

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338076

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G02B 5/18

G02B 5/30

G02B 5/32

G11B 7/22

(21)Application number : 2002-272999

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 19.09.2002

(72)Inventor : SUZUDO TAKESHI

MORI KOJI

OUCHIDA SHIGERU

(30)Priority

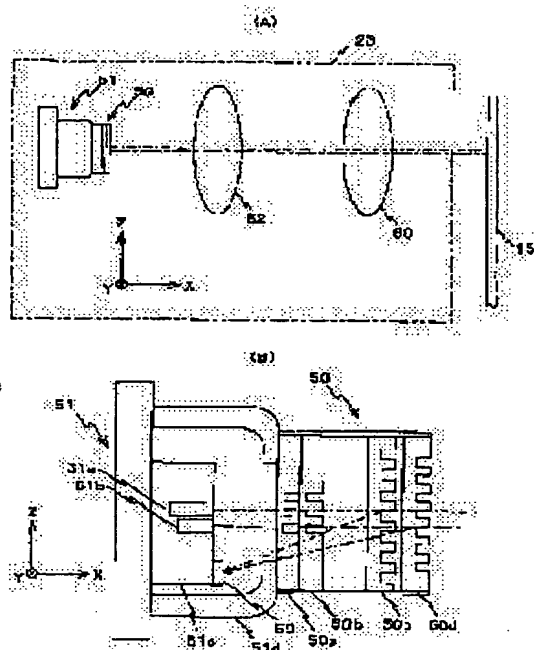
Priority number : 2002070186 Priority date : 14.03.2002 Priority country : JP

(54) OPTICAL PICKUP DRIVE, METHOD OF MANUFACTURING POLARIZED OPTICAL ELEMENT, AND OPTICAL DISK DRIVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pickup drive of which size is not made large and cost is not made high, which is adaptable to a plurality of types of information recording media, and in which information on tracking error is obtained with high accuracy.

SOLUTION: Luminous fluxes emitted from respective light sources 51a and 51b are divided into a plurality of beams including zeroth-order light and diffracted light with corresponding grating elements 50a and 50b, respectively, and focused on the recording face of corresponding information recording media 15, respectively, through an objective lens 60. The respective beams are reflected on the recording face and made incident on corresponding holograms 50c and 50d, respectively, as a plurality of returning luminous fluxes. The respective returning luminous fluxes are diffractive so as to be detected by a photodetector 59 arranged at a prescribed light receiving position on the corresponding holograms.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-338076
(P2003-338076A)

(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 1 1 B 7/135		G 1 1 B 7/135	Z 2 H 0 4 9
G 0 2 B 5/18		G 0 2 B 5/18	A 5 D 1 1 9
5/30		5/30	
5/32		5/32	

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-272999(P2002-272999)

(22) 出願日 平成14年9月19日(2002. 9. 19)

(31) 優先権主張番号 特願2002-70186(P2002-70186)

(32) 優先日 平成14年3月14日(2002. 3. 14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 鈴木 剛
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 森 孝二
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 100102901
弁理士 立石 篤司

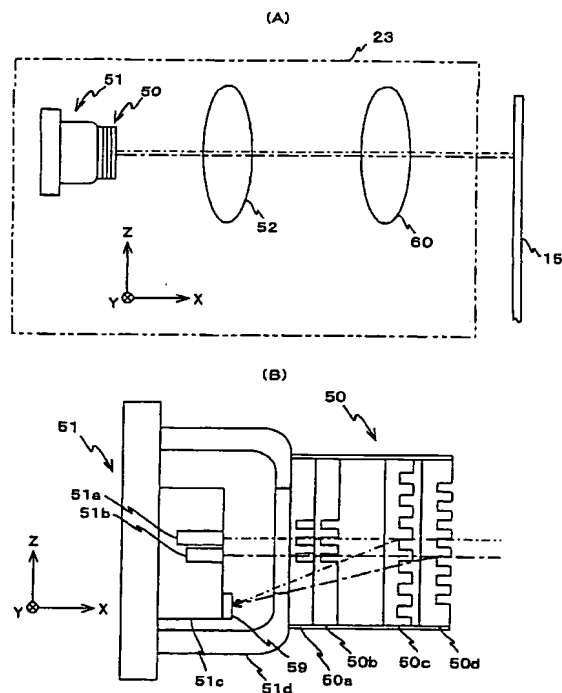
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置、偏光光学素子の製造方法及び光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 大型化及び高コスト化を招くことなく、複数種類の情報記録媒体に対応可能で、トラックエラーに関する情報を精度良く求めることができる光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 各光源51a、51bから出射された光束は、それぞれ対応するグレーティング素子50a、50bで0次光と回折光とを含む複数のビームに分割され、対物レンズ60を介して対応する情報記録媒体15の記録面に集光される。各ビームは、記録面でそれぞれ反射され、複数の戻り光束として対応するホログラム50c、50dに入射される。対応するホログラムでは、各戻り光束が所定の受光位置に配置された光検出器59で検出されるように回折する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数種類の情報記録媒体のスパイラル状又は同心円状のトラックが形成された記録面に光を照射し、前記記録面からの反射光を受光する光ピックアップ装置であって、

前記複数種類の情報記録媒体に個別に対応して設けられ、波長の異なる光束を択一的に出射する複数の光源と；前記各光束に対応する情報記録媒体の記録面に集光する対物レンズと、前記複数の光源と前記対物レンズとの間に配置され、対応する光源から前記対物レンズに向かう光束を 0 次光と回折光を含む複数のビームに分割する複数のグレーティング素子と、前記記録面で反射された対応する波長の各戻り光束を所定の受光位置まで導く複数のホログラムを含む光学系と；前記受光位置に配置された光検出器と；を備える光ピックアップ装置。

【請求項 2】 前記複数のグレーティング素子のうち少なくとも 2 つは、一体化されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】 前記複数のホログラムのうち少なくとも 2 つは、一体化されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】 前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも 1 つは、所定の波長の光束を選択的に回折する波長選択性を有していることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】 前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも 1 つは、その回折効率が偏光方向に依存する偏光性を有していることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】 前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも 1 つは、その一面に格子状の凹凸が形成された光学的異方性を有する第 1 部材と；前記凹凸の凹部に充填され、前記第 1 部材における常光線の屈折率又は異常光線の屈折率とほぼ同じ屈折率を有する第 2 部材と；を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】 前記第 1 部材は、延伸加工により光学異方性が付与された有機物のフィルムであり、前記第 1 部材の他側に配置され、前記第 1 部材を保持するための光学的等方性を有する第 1 基板を更に含むことを特徴とする請求項 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 8】 前記第 2 部材は接着剤であり、前記第 1 部材の一面に配置され、前記第 2 部材を介して前記第 1 部材と貼り合わされている光学的等方性を有する第 2 の基板を更に含むことを特徴とする請求項 6 又は 7 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】 前記複数のホログラムは、対応する波長

が短いほど、光源に近い位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】 前記複数の光源のうち少なくとも 2 つの特定光源では、該特定光源から出射される光束の波長の短いほうが、前記光検出器に近い位置に配置され、前記複数のホログラムのうち前記各特定光源から出射される光束の波長にそれぞれ対応する複数の特定ホログラムでは、対応する波長の短いほうが、前記対物レンズ側に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】 前記複数のグレーティング素子のうち少なくとも 2 つの特定グレーティング素子は、共通の基板を有することを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 12】 前記特定グレーティング素子は、第 1 のグレーティング素子と第 2 のグレーティング素子とを含み、前記第 1 のグレーティング素子及び前記第 2 のグレーティング素子は、それぞれ前記基板の一面の面及び他側の面に形成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 13】 前記記録面で反射された各戻り光束の前記光検出器におけるそれぞれの受光位置が、前記各戻り光束の波長によらずほぼ同一となるように、前記各ホログラムが最適化されていることを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 14】 前記 0 次光及び前記回折光によって前記記録面に形成される各光スポットの並ぶ方向は、光源から出射される光束の波長によらずほぼ同一であることを特徴とする請求項 1 ～ 13 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 15】 前記複数種類の情報記録媒体の記録面にそれぞれ形成された前記回折光による複数の光スポットのうち、同一回折次数の回折光によって形成された各光スポットの中心をそれぞれ結ぶ直線の延びる方向が、前記トラックの接線方向に直交する方向とほぼ同一であることを特徴とする請求項 1 ～ 13 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 16】 前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも一方は、その配置位置が光源に近いほど面積が大きいことを特徴とする請求項 1 ～ 15 のいずれか一項に光ピックアップ装置。

【請求項 17】 前記複数の光源のうち少なくとも 2 つは、個別の光源であることを特徴とする請求項 1 ～ 16 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 18】 前記複数の光源のうち少なくとも 2 つは、同一筐体内に収納され、光源ユニットとしてパッケージ化されていることを特徴とする請求項 1 ～ 17 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 19】 前記光検出器は、前記光源ユニットと

同一の筐体内に収納されていることを特徴とする請求項 18 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 20】 前記複数のグレーティング素子は、対応する光源から出射された光束を 0 次光と ±1 次回折光とにそれぞれ分割することを特徴とする請求項 1～19 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 21】 前記光検出器からの出力信号に基づいて、差動プッシュプル法によって、前記記録面での前記各ビームの集光位置を検出する検出手段を更に備えることを特徴とする請求項 1～20 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 22】 光ピックアップ装置に用いられる偏光光学素子の製造方法であって、
光学的異方性を有する光学部材と光学的等方性を有する基板とを光硬化性接着剤を介して重ね合わせる第 1 工程と；前記重ね合わされた光学部材及び基板を、それぞれの共通の回転軸を中心として、所定の回転速度で回転しつつ、前記光硬化性接着剤に光を照射する第 2 工程と；前記光硬化性接着剤の硬化後に、前記光学部材の前記基板側とは反対側の面に所定の凹凸を形成する第 3 工程と；前記凹凸に光学的等方性を有する充填部材を充填する第 4 工程と；を含む偏光光学素子の製造方法。

【請求項 23】 前記第 3 工程では、プラズマエッチングによって前記光学部材の凹凸が形成されることを特徴とする請求項 22 に記載の偏光光学素子の製造方法。

【請求項 24】 前記第 3 工程に先だって、前記光学部材の前記基板側とは反対側の面に金属の格子パターンを形成する第 5 工程を更に含むことを特徴とする請求項 23 に記載の偏光光学素子の製造方法。

【請求項 25】 複数種類の情報記録媒体の記録面上に光を照射し、情報の記録、再生、及び消去のうち少なくとも記録を行なう光ディスク装置であって、請求項 1～21 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置と；前記光ピックアップ装置からの出力信号を用いて、前記情報の記録を行う処理装置と；を備える光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光ピックアップ装置、偏光光学素子の製造方法及び光ディスク装置に係り、さらに詳しくは、複数種類の情報記録媒体の記録面に光を照射し、前記記録面からの反射光を受光する光ピックアップ装置、該光ピックアップ装置で用いられる偏光光学素子の製造方法及び前記光ピックアップ装置を備えた光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスク装置では、光ディスクなどの情報記録媒体が用いられ、そのスパイラル状又は同心円状のトラックが形成された記録面にレーザ光を照射することにより情報の記録及び消去を行い、記録面からの反射光に基づいて情報の再生などを行っている。そして、

光ディスク装置には、情報記録媒体の記録面にレーザ光を照射して光スポットを形成するとともに、記録面からの反射光を受光するための装置として、光ピックアップ装置を備えている。

【0003】通常、光ピックアップ装置は、対物レンズを含み、光源から出射される光束を情報記録媒体の記録面に導くとともに、記録面で反射された戻り光束を所定の受光位置まで導く光学系、及び受光位置に配置された受光素子などを備えている。この受光素子からは、記録面に記録されているデータの再生情報だけでなく、光ピックアップ装置自体及び対物レンズの位置制御などに必要な情報（サーボ制御情報）を含む信号が出力される。

【0004】記録面の所定位置にデータを正しく記録したり、記録面の所定位置に記録されているデータを正しく再生するためには、光スポットが記録面の所定位置に正確に形成されなければならない。そのためには、光スポットの形成位置を正確に検出する必要がある。そこで、記録面で反射された戻り光束を利用して記録面における光スポットの形成位置を検出する方法が種々提案され、一部実用に供されている。

【0005】記録面における光スポットの形成位置を検出する方法としては、記録面に形成された 1 つの光スポットからの戻り光束を利用する方法（1 ビーム方式）と、記録面に形成された 3 つの光スポットからの戻り光束を利用する方法（3 ビーム方式）とに大別できる。3 ビーム方式を用いる場合には、記録面に 3 つの光スポットを形成するために、光源から出射される光束は 3 つに分割（3 ビーム化）されることとなる。

【0006】1 ビーム方式では、いわゆるプッシュプル法及び位相差法が一般的に用いられている。3 ビーム方式では、いわゆる 3 スポット法及び差動プッシュプル法が一般的に用いられている。

【0007】プッシュプル法では、戻り光束をトラックの接線方向に対応した方向に 2 分割し、それぞれの光量の差から光スポットの位置ずれ（いわゆるトラックエラー信号）を検出する。

【0008】位相差法では、戻り光束における強度パターンの回転変化に基づいてトラックエラー信号を検出する。すなわち、戻り光束を 4 分割された受光素子で受光し、互いに対角位置にある受光素子での受光量の和信号に基づいて位相の進み量及び遅れ量を求め、トラックエラー信号を検出する。

【0009】3 スポット法では、光源から出射される光束を 1 つの主ビームと 2 つの副ビームとに分割し、記録面において主ビームと副ビームとがトラッキング方向（トラックの接線方向に直交する方向）に関し 1/4 トラックピッチだけずれるように照射する。そして、記録面で反射した 2 つの副ビームの戻り光を 2 つの受光素子でそれぞれ受光し、その 2 つの受光素子の受光量の差からトラックエラー信号を検出する。

【0010】差動プッシュプル法では、光源から出射される光束を1つの主ビームと2つの副ビームとに分割し、記録面において主ビームと副ビームとがトラッキング方向に関し1/2トラックピッチだけずれるように照射する。記録面で反射した主ビーム及び2つの副ビームの戻り光を3つの2分割受光素子でそれぞれ受光し、その2分割受光素子それぞれでプッシュプル信号を求め、そして、主ビームのプッシュプル信号と、2つの副ビームのプッシュプル信号の和信号との差信号からトラックエラー信号を検出する。

【0011】そして、光ディスク装置では、光スポットを記録面の所定位置に正確に形成するために対物レンズをトラッキング方向に駆動する、いわゆるトラッキング制御を行う際に、各受光素子の出力信号から上述の如くしてトラックエラー信号を検出し、対物レンズのトラッキング方向に関する位置制御にフィードバックさせている。

【0012】近年、情報記録媒体として、記録容量がCD (Compact Disc) よりも飛躍的に大きなDVD (Digital Versatile Disc) が一般化されてきた。CDに対して記録及び再生を行なうには、波長が780nmのレーザ光が用いられ、DVDに対して記録及び再生を行なうには、波長が650nmのレーザ光が用いられるため、従来は、CD用の光ディスク装置とDVD用の光ディスク装置とがそれぞれ独立して、パーソナルコンピュータなどの情報機器の周辺機器として用いられていた。

【0013】その後、上記情報機器の小型軽量化に伴い、CDとDVDの両方をアクセスできる光ディスク装置の必要性が高まってきた。この場合、DVDとCDの両方に対応するために、光ピックアップ装置は、光源として、波長が650nmのレーザ光を出射する半導体レーザ（以下、「DVD光源」ともいう）と波長が780nmのレーザ光を出射する半導体レーザ（以下、「CD光源」ともいう）とが必要であり、さらにそれぞれのレーザ光を検出するための光学系が必要である。しかしながら、650nm用の光学系と780nm用の光学系とをそれぞれ個別に配置すると、光ピックアップ装置が大型化してしまうという不都合があった。以下では、2つの異なる波長の光源を備えた光ピックアップ装置を「2波長光ピックアップ装置」ともいう。

【0014】例えば、DVD光源とCD光源とがモノリシックに作製された2波長集積半導体レーザを用い、DVD及びCDともに再生可能とした小型の2波長光ピックアップ装置が提案されている（非特許文献1参照）。この光ピックアップ装置では、2波長集積半導体レーザ (Two Wavelength INTEGRATED Laser Diode: TWIN-LD) と受光素子 (Photo Diode: PD) とが1つの筐体内に収納され、パッケージ化された受発光モジュール (LD-PD assembly) と、CD光源から出射された光束のみを3ビームに分割するための1つのグレーティング素子と、各

波長の戻り光束をそれぞれ受光素子に導くための1つのホログラムとを備えている。そして、DVDに対しては前述の位相差法で、CDに対しては前述の3スポット法でトラックエラー信号を検出している。

【0015】また、DVD光源、CD光源及び波長選択性を有する2つの回折格子を用いて、DVD及びCDともに再生可能とした低価格の2波長光ピックアップ装置が提案されている（特許文献1参照）。この光ピックアップ装置では、波長選択性を有する2つの回折格子を用いて、DVD光源から出射された光束及びCD光源から出射された光束をそれぞれ3ビーム化している。そして、各波長の戻り光束を1つの信号検出用の回折格子で回折し、その回折光を受光素子で受光している。そして、DVD-ROMに対しては位相差法で、DVD-RAMに対しては前述の差動プッシュプル法で、CDに対しては3スポット法でトラックエラー信号を検出している

【0016】さらに、DVD光源及びCD光源を用いて、DVD及びCDともに記録・再生可能とした2波長光ピックアップ装置が提案されている（特許文献2参照）。この光ピックアップ装置では、DVD光源から出射された光束及びCD光源から出射された光束のうち少なくとも一方の光束を1つの分割用回折格子により3ビーム化している。また、波長が650nmの光束に対して最適化されたホログラム素子と、波長が780nmの光束に対して最適化されたホログラム素子とを備え、各波長の戻り光束をそれぞれ回折して受光素子に導いている。そして、3ビーム化した光束に対しては3スポット法で、1ビームの光束に対しては前述のプッシュプル法でトラックエラー信号を検出している

【0017】

【特許文献1】特開2001-216677号公報

【特許文献2】特開2000-76689号公報

【非特許文献1】海老原、他4名、「ディベロップメント オブ 7.3mm ハイットDVD オプティカルピックアップ ユージング ツイン-LD (Development of 7.3mm Height DVD Optical Pickup Using TWIN-LD)」、第7回マイクロオプティクス コンファレンス (7th Microoptics Conference)、1999年7月、p. 6-9

【0018】

【発明が解決しようとする課題】光ディスクに記録される情報の多様化に伴い、光ディスクへの記録及び再生の高速化が図られている。特にDVDでは、記録密度が高いため、記録速度が高速になると、さらに高精度で高速のトラッキング制御が要求される。

【0019】しかしながら、上記非特許文献1に記載の光ピックアップ装置では、光ピックアップ装置が再生専用として用いられる場合には問題ないが、記録用としても用いられる場合には、特にDVDでは、トラックエラ

一信号を位相差法で検出しているために、対物レンズのシフトによる戻り光束の光軸ずれなどに起因して、受光素子から出力されるトラックエラーに関する情報にオフセット成分が付加されることがあり、その結果、正確な記録ができないことがあるという不都合があった。また、各光源はモノリシックに作製されているために、高出力化（例えば 100 mW レベル）が困難であり、そのため高速度化に対応することが困難であるという不都合があった。

【0020】上記特許文献 1 に記載の光ピックアップ装置では、CD に対しては、3 スポット法によりトラックエラー信号を検出しているために、光ディスクにおけるトラック方向の傾きなどに起因して、受光素子から出力される信号にオフセット成分が付加されることがあり、その結果、正確な記録ができないことがあるという不都合があった。また、各光源は同一パッケージ内に実装されているが、該パッケージ内には受光素子は実装されてなく、別の位置に配置されている。このため光ピックアップ装置の小型化が不十分であるという課題も残されている。

【0021】上記特許文献 2 に記載の光ピックアップ装置では、1 つの分割用回折格子を用いて各光源から出射される光束をそれぞれ 3 ビーム化しているために、波長が 650 nm の各ビーム及び波長が 780 nm の各ビームを、それぞれ DVD 及び CD の記録面の所定位置に正確に集光させるのが困難であるという不都合があった。また、3 ビーム化した光束に対しては 3 スポット法によりトラックエラー信号を検出しているために、光ディスクにおけるトラック方向の傾きなどに起因して、受光素子から出力される信号にオフセット成分が付加されることがあり、その結果、正確な記録ができないことがあるという不都合があった。

【0022】本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第 1 の目的は、大型化及び高コスト化を招くことなく、複数種類の情報記録媒体に対応可能で、トラックエラーに関する情報を精度良く求めることができる光ピックアップ装置を提供することにある。

【0023】また、本発明の第 2 の目的は、光ピックアップ装置で用いられる偏光特性に優れた偏光光学素子を低コストで製造することができる製造方法を提供することにある。

【0024】また、本発明の第 3 の目的は、複数種類の情報記録媒体に対応可能で、正確な情報の記録を安定して行うことができる光ディスク装置を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、複数種類の情報記録媒体のスパイラル状又は同心円状のトラックが形成された記録面に光を照射し、前記記録面からの反射光を受光する光ピックアップ装置であつ

て、前記複数種類の情報記録媒体に個別に対応して設けられ、波長の異なる光束を択一的に出射する複数の光源と；前記各光束に対応する情報記録媒体の記録面に集光する対物レンズと、前記複数の光源と前記対物レンズとの間に配置され、対応する光源から前記対物レンズに向かう光束を 0 次光と回折光とを含む複数のビームに分割する複数のグレーティング素子と、前記記録面で反射された対応する波長の各戻り光束を所定の受光位置まで導く複数のホログラムとを含む光学系と；前記受光位置に配置された光検出器と；を備える光ピックアップ装置である。

【0026】これによれば、各光源から出射された光束は、それぞれ対応するグレーティング素子で 0 次光と回折光とを含む複数のビームに分割され、対物レンズを介して対応する情報記録媒体の記録面にそれぞれ集光される。これにより、記録面にはビーム毎に光スポットが形成される。各ビームは、記録面でそれぞれ反射され、複数の戻り光束として対応するホログラムに入射される。対応するホログラムでは、各戻り光束が所定の受光位置に配置された光検出器でそれぞれ検出されるように回折する。すなわち、各光源から出射される光束の波長にそれぞれ対応した複数のグレーティング素子及び複数のホログラムを備えているために、複数種類の情報記録媒体に対して、トラックエラーに関する情報を精度良く求めることが可能となる。また、グレーティング素子及びホログラムは、安価で小さな光学素子であるため、光ピックアップ装置に対して大型化及び高コスト化を招くこともない。

【0027】この場合において、請求項 2 に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のグレーティング素子のうち少なくとも 2 つは、一体化されていることとすることができる。かかる場合には、各グレーティング素子を一体化する際に、予めグレーティング素子同士の位置関係を調整しておくことにより、組み付け時における光源との位置調整を簡略化することが可能となる。

【0028】上記請求項 1 及び 2 に記載の各光ピックアップ装置において、請求項 3 に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のホログラムのうち少なくとも 2 つは、一体化されていることとすることができる。かかる場合には、各ホログラムを一体化する際に、予めホログラム同士の位置関係を調整しておくことにより、組み付け時における戻り光束及び光検出器との位置調整を簡略化することが可能となる。

【0029】上記請求項 1 ～ 3 に記載の各光ピックアップ装置において、請求項 4 に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも 1 つは、所定の波長の光束を選択的に回折する波長選択性を有していることとすることができる。かかる場合には、例えば、グレーティング素子が波長選択性を有していると、不要な回折光がグ

レーティング素子で生成されるのを低減することができる。また、例えば、ホログラムが波長選択性を有していると、光検出器での受光量を増やすことができ、光検出器から出力される信号レベル及びS/N比を向上させることが可能となる。すなわち、光利用効率が向上する。

【0030】上記請求項1～4に記載の各光ピックアップ装置において、請求項5に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも1つは、その回折効率が偏光方向に依存する偏光性を有していることとすることができる。例えば、グレーティング素子及びホログラムを往路と復路の共通光路中に配置する場合に、グレーティング素子が、光源から出射される光束の偏光方向に対しては高い回折効率を有し、戻り光束の偏光方向に対しては低い回折効率を有していると、ホログラムからの戻り光がグレーティング素子に入射してもグレーティング素子では殆ど回折されないために、グレーティング素子とホログラムとの間隔を狭くすることができる。すなわち、光ピックアップ装置の小型化を促進することが可能となる。さらに、光源から出射される光束は、その光量をあまり低下することなく記録面に集光されるため、高速度での記録に対応することができる。また、例えば、ホログラムが偏光性を有していると、光検出器での受光量を増やすことができ、光検出器から出力される信号レベル及びS/N比を向上させることが可能となる。

【0031】上記請求項1～5に記載の各光ピックアップ装置において、請求項6に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも1つは、その一側の面に格子状の凹凸が形成された光学的異方性を有する第1部材と；前記凹凸の凹部に充填され、前記第1部材における常光線の屈折率又は異常光線の屈折率とはほぼ同じ屈折率を有する第2部材と；を含むこととすることができる。

【0032】この場合において、前記第1部材としては、種々のものが考えられるが、請求項7に記載の光ピックアップ装置の如く、前記第1部材は、延伸加工により光学異方性が付与された有機物のフィルムであり、前記第1部材の他側に配置され、前記第1部材を保持するための光学的等方性を有する第1基板を更に含むこととしても良い。

【0033】上記請求項6及び7に記載の光ピックアップ装置において、請求項8に記載の光ピックアップ装置の如く、前記第2部材が接着剤の場合に、前記第1部材の一側に配置され、前記第2部材を介して前記第1部材と貼り合わされている光学的等方性を有する第2の基板を更に含むこととしても良い。

【0034】上記請求項1～8に記載の各光ピックアップ装置において、請求項9に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のホログラムは、対応する波長が短いほど、光源に近い位置に配置されていることとすること

ができる。かかる場合には、ホログラムを組み込む際に、最も高い位置精度が要求されている、対応する波長が最も短いホログラムを先に固定することができるため、作業空間を広くとることができ、要求される位置精度を容易に確保することが可能となる。

【0035】上記請求項1～8に記載の各光ピックアップ装置において、請求項10に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数の光源のうち少なくとも2つの特定光源では、該特定光源から出射される光束の波長の短いほうが、前記光検出器に近い位置に配置され、前記複数のホログラムのうち前記各特定光源から出射される光束の波長にそれぞれ対応する複数の特定ホログラムでは、対応する波長の短いほうが、前記対物レンズ側に配置されていることとすることができる。一般的に、ホログラムなどの回折光学素子では、溝のピッチが同一であれば、入射光束の波長が長いほど回折角は大きくなり、入射光束の波長が一定であれば、溝のピッチが小さいほど回折角は大きくなることが知られている。ここでは、各戻り光束の波長が短いほど小さい回折角で回折され、光検出器で受光されるように各特定ホログラムを配置しているため、対応する波長が短い特定ホログラムでは、溝のピッチをあまり小さくする必要がなく、ホログラムの設計及び作製を容易に行うことが可能となる。

【0036】上記請求項1～10に記載の各光ピックアップ装置において、請求項11に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のグレーティング素子のうち少なくとも2つの特定グレーティング素子は、共通の基板を有することとすることができる。かかる場合には、グレーティング素子の占有領域を小さくすることができ、その結果として光ピックアップ装置の小型化を促進することが可能となる。

【0037】この場合において、請求項12に記載の光ピックアップ装置の如く、前記特定グレーティング素子は、第1のグレーティング素子と第2のグレーティング素子とを含み、前記第1のグレーティング素子及び前記第2のグレーティング素子は、それぞれ前記基板の一側の面及び他側の面に形成されていることとすることができる。かかる場合には、第1のグレーティング素子と第2のグレーティング素子との高精度な位置関係を容易に実現することができ、その結果として組み込み作業時の調整を簡略化することが可能となる。

【0038】上記請求項1～12に記載の各光ピックアップ装置において、請求項13に記載の光ピックアップ装置の如く、前記記録面で反射された各戻り光束の前記光検出器におけるそれぞれの受光位置が、前記各戻り光束の波長によらずほぼ同一となるように、前記各ホログラムが最適化されていることとすることができる。かかる場合には、光検出器を小型化することができ、結果的に光ピックアップ装置の小型化を促進することが可能となる。

【0039】上記請求項1～13に記載の各光ピックアップ装置において、請求項14に記載の光ピックアップ装置の如く、前記0次光及び前記回折光によって前記記録面に形成される各光スポットの並ぶ方向は、光源から出射される光束の波長によらずほぼ同一であることとすることができる。かかる場合には、0次光及び回折光の各戻り光束を、その波長に関係なく、光検出器の受光面上の所定の直線に沿った受光位置でそれぞれ受光されるようにすることができる。従って、光検出器を小型化することができ、結果的に光ピックアップ装置の小型化を促進することが可能となる。

【0040】上記請求項1～13に記載の各光ピックアップ装置において、請求項15に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数種類の情報記録媒体の記録面にそれぞれ形成された前記回折光による複数の光スポットのうち、同一回折次数の回折光によって形成された各光スポットの中心をそれぞれ結ぶ直線の延びる方向が、前記トラックの接線方向に直交する方向とほぼ同一であることとすることができる。かかる場合には、同一回折次数の回折光の各戻り光束を、光検出器の受光面上の所定の直線に沿った受光位置でそれぞれ受光されるようにすることができる。従って、光検出器を小型化することができ、結果的に光ピックアップ装置の小型化を促進することが可能となる。

【0041】上記請求項1～15に記載の各光ピックアップ装置において、請求項16に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のグレーティング素子及び前記複数のホログラムのうち少なくとも一方は、その配置位置が光源に近いほど面積が大きいこととすることができる。かかる場合には、例えば、複数のグレーティング素子を組み込む作業において、光源側のグレーティング素子を先に所定位置に配置した後に、続けて対物レンズ側のグレーティング素子を配置する際に、作業エリアを広くとることができ、先に位置決めされた光源側のグレーティング素子の位置精度に悪影響を及ぼすことを防止できる。

【0042】上記請求項1～16に記載の各光ピックアップ装置において、請求項17に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数の光源のうち少なくとも2つは、個別の光源であることとすることができる。かかる場合には、高出力（例えば、100mW程度）の光源を用いることができ、高速度での記録に対応することが可能となる。

【0043】上記請求項1～17に記載の各光ピックアップ装置において、請求項18に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数の光源のうち少なくとも2つは、同一筐体内に収納され、光源ユニットとしてパッケージ化されていることとすることができる。かかる場合には、光ピックアップ装置の小型化を促進することが可能となる。

【0044】この場合において、請求項18に記載の光ピックアップ装置の如く、前記光検出器は、前記光源ユニットと同一の筐体内に収納されていることとすることができる。かかる場合には、光ピックアップ装置の小型化を更に促進することが可能となる。

【0045】上記請求項1～19に記載の各光ピックアップ装置において、請求項20に記載の光ピックアップ装置の如く、前記複数のグレーティング素子は、対応する光源から出射された光束を0次光と±1次回折光とにそれぞれ分割することとすることができる。

【0046】上記請求項1～20に記載の各光ピックアップ装置において、請求項21に記載の光ピックアップ装置の如く、前記光検出器からの出力信号に基づいて、差動プッシュプル法によって、前記記録面での前記各ビームの集光位置を検出する検出手段を更に備えることとすることができる。かかる場合には、検出手段では、光検出器からの出力信号に含まれる対物レンズのシフトに起因するオフセット成分を除去することができるため、正確な集光位置を安定して検出することが可能となる。

【0047】請求項22に記載の発明は、光ピックアップ装置に用いられる偏光光学素子の製造方法であって、光学的異方性を有する光学部材と光学的等方性を有する基板とを光硬化性接着剤を介して重ね合わせる第1工程と；前記重ね合わされた光学部材及び基板を、それぞれの共通の回転軸を中心として、所定の回転速度で回転しつつ、前記光硬化性接着剤に光を照射する第2工程と；前記光硬化性接着剤の硬化後に、前記光学部材の前記基板側とは反対側の面に所定の凹凸を形成する第3工程と；前記凹凸に光学的等方性を有する充填部材を充填する第4工程と；を含む偏光光学素子の製造方法である。

【0048】これによれば、光硬化性接着剤を介して重ね合わされた（第1工程）光学的異方性を有する光学部材及び光学的等方性を有する基板は、それぞれの共通の回転軸を中心として、所定の回転速度で回転しつつ、光硬化性接着剤に光が照射される（第2工程）。すなわち、接着剤層の厚みが均一になるとともに、光学部材と基板との平行性が向上する。そして、光硬化性接着剤の硬化後に、光学部材の基板側とは反対側の面に所定の凹凸が形成され（第3工程）、その凹凸に光学的等方性を有する充填部材が充填される（第4工程）。従って、面内の特性が一樣で、かつ特性の揃った偏光光学素子を量産することができ、光ピックアップ装置に用いられると、光ピックアップ装置の諸特性のばらつきを抑制することが可能となる。すなわち、偏光特性に優れた偏光光学素子を低コストで製造することが可能となる。

【0049】この場合において、前記光学部材の凹凸を形成する方法としては、種々の方法が考えられるが、請求項23に記載の偏光光学素子の製造方法の如く、前記第3工程では、プラズマエッチングによって前記光学部材の凹凸が形成されることとしても良い。

【0050】この場合において、請求項24に記載の偏光光学素子の製造方法の如く、前記第3工程に先だって、前記光学部材の前記基板側とは反対側の面に金属の格子パターンを形成する第5工程を更に含むこととすることができる。

【0051】請求項25に記載の発明は、複数種類の情報記録媒体の記録面上に光を照射し、情報の記録、再生、及び消去のうち少なくとも記録を行なう光ディスク装置であって、請求項1～21のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置と；前記光ピックアップ装置からの出力信号を用いて、前記情報の記録を行う処理装置と；を備える光ディスク装置である。

【0052】これによれば、光ピックアップ装置からの出力信号に基づいて、複数種類の情報記録媒体に対して、高精度のサーボ制御を安定して行うことができるため、結果的に、複数種類の情報記録媒体に対応可能で、正確な情報の記録を安定して行うことが可能となる。

【0053】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1～図16に基づいて説明する。

【0054】図1には、本発明に係る光ピックアップ装置を備える一実施形態に係る光ディスク装置20の概略構成が示されている。

【0055】この図1に示される光ディスク装置20は、光ディスク15を回転駆動するためのスピンドルモータ22、光ピックアップ装置23、レーザコントロール回路24、エンコーダ25、モータドライバ27、再生信号処理回路28、サーボコントローラ33、バッファRAM34、バッファマネージャ37、インターフェース38、ROM39、CPU40及びRAM41などを備えている。なお、図1における矢印は、代表的な信号や情報の流れを示すものであり、各ブロックの接続関係の全てを表すものではない。

【0056】前記光ピックアップ装置23は、光ディスク（情報記録媒体）15のスパイラル状又は同心円状のトラックが形成された記録面にレーザ光を照射するとともに、記録面からの反射光を受光するための装置である。トラックは、一例として図2に示されるように、トラックの接線方向に直交する方向に2分割され、データトラックとしてのランドLと、案内トラックとしてのグループGとから構成されている。そして、隣り合うランド又はグループのトラッキング方向に関する中心間距離はトラックピッチと呼ばれている。なお、この光ピックアップ装置23の構成等については後に詳述する。

【0057】図1に戻り、前記再生信号処理回路28は、光ピックアップ装置23の出力信号である電流信号を電圧信号に変換し、該電圧信号に基づいてウォブル信号、再生信号及びサーボ信号（フォーカスエラー信号、トラックエラー信号）などを検出する。そして、再生信号処理回路28では、ウォブル信号からアドレス情報及

び同期信号等を抽出する。ここで抽出されたアドレス情報はCPU40に出力され、同期信号はエンコーダ25に出力される。さらに、再生信号処理回路28では、再生信号に対して誤り訂正処理等を行なった後、バッファマネージャ37を介してバッファRAM34に格納する。また、サーボ信号は再生信号処理回路28からサーボコントローラ33に出力される。

【0058】前記サーボコントローラ33では、サーボ信号に基づいて光ピックアップ装置23を制御する制御信号を生成し、モータドライバ27に出力する。

【0059】前記バッファマネージャ37では、バッファRAM34へのデータの入出力を管理し、蓄積されたデータ量が所定の値になると、CPU40に通知する。

【0060】前記モータドライバ27では、サーボコントローラ33からの制御信号及びCPU40の指示に基づいて、光ピックアップ装置23及びスピンドルモータ22を制御する。

【0061】前記エンコーダ25では、CPU40の指示に基づいて、バッファRAM34に蓄積されているデータをバッファマネージャ37を介して取り出し、エラー訂正コードの付加などを行ない、光ディスク15への書き込みデータを作成する。そして、エンコーダ25では、CPU40からの指示に基づいて、再生信号処理回路28からの同期信号に同期して、書き込みデータをレーザコントロール回路24に出力する。

【0062】前記レーザコントロール回路24では、エンコーダ25からの書き込みデータに基づいて、光ピックアップ装置23からのレーザ光出力を制御する。なお、レーザコントロール回路24では、CPU40の指示に基づいて後述する光ピックアップ装置23の2つの光源の一方を制御対象とする。

【0063】前記インターフェース38は、ホスト（例えば、パーソナルコンピュータ）との双方向の通信インターフェースであり、ATAPI（AT Attachment Packet Interface）及びSCSI（Small Computer System Interface）等の標準インターフェースに準拠している。

【0064】前記ROM39には、CPU40にて解読可能なコードで記述されたプログラムが格納されている。

【0065】CPU40は、ROM39に格納されている上記プログラムに従って上記各部の動作を制御するとともに、制御に必要なデータ等を一時的にRAM41に保存する。

【0066】次に、前記光ピックアップ装置23の構成等について図3及び図4に基づいて説明する。

【0067】光ピックアップ装置23は、図3（A）に示されるように、波長が650nmのレーザ光及び波長が780nmのレーザ光を択一的に射出するとともに、光ディスク15の記録面からの戻り光束を受光する受発

光モジュール51、受発光モジュール51からの光束を複数のビームに分割するとともに、記録面からの戻り光束を所定の方向に回折するホログラムユニット50、コリメートレンズ52、対物レンズ60及び駆動系（フォーカシングアクチュエータ、トラッキングアクチュエータ及びシークモータ（いずれも図示省略））などを備えている。

【0068】受発光モジュール51は、一例として図3（B）に示されるように、波長が650nmのレーザ光を発光する光源としての第1の半導体レーザ51a、波長が780nmのレーザ光を発光する光源としての第2の半導体レーザ51b、戻り光束を受光する光検出器としての受光素子59、各半導体レーザ及び受光素子59を保持するステム51c、及び各半導体レーザからのレーザ光を外部に出射するとともに、外部からの戻り光束を入射するための開口部（以下、「出射窓」という）を有し各半導体レーザ及び受光素子59を保護するカバー51dなどを含んで構成されている。第1の半導体レーザ51aは光ディスク15がDVDの場合に選択され、第2の半導体レーザ51bは光ディスク15がCDの場合に選択される。

【0069】ホログラムユニット50は、一例として図3（B）に示されるように、2つのグレーティング素子（第1のグレーティング素子50a、第2のグレーティング素子50b）及び2つのホログラム（第1のホログラム50c、第2のホログラム50d）を含んで構成されている。そして、グレーティング素子では、第1のグレーティング素子50aが光源側に配置され、ホログラムでは、第1のホログラム50cが光源側に配置されている。

【0070】第1のグレーティング素子50aは、受発光モジュール51から出射された波長が650nmの光束（以下、便宜上「650nm出射光束」ともいう）を0次光及び±1次回折光に分割する。第2のグレーティング素子50bは、受発光モジュール51から出射された波長が780nmの光束（以下、便宜上「780nm出射光束」ともいう）を0次光及び±1次回折光に分割する。本実施形態では、第1のグレーティング素子50aと第2のグレーティング素子50bとは、±0.01度のアライメント精度で一体化されている。

【0071】第1のグレーティング素子50aは、一例として図4（A）に示されるように、0次光の光スポット（以下、「0次光スポットSP1₀」という）が光ディスク15（ここではDVD）の記録面のランド上に形成されたときに、0次光スポットSP1₀が形成されたランドの中心からトラッキング方向に関してトラックピッチの1/2だけずれた位置に、+1次回折光の光スポット（以下、「+1次光スポットSP1₊₁」という）及び-1次回折光の光スポット（以下、「-1次光スポットSP1₋₁」という）がそれぞれ形成されるように、回

折格子が形成されている。

【0072】第2のグレーティング素子50bは、一例として図4（B）に示されるように、0次光の光スポット（以下、「0次光スポットSP2₀」という）が光ディスク15（ここではCD）の記録面のランド上に形成されたときに、0次光スポットSP2₀が形成されたランドの中心からトラッキング方向に関してトラックピッチの1/2だけずれた位置に、+1次回折光の光スポット（以下、「+1次光スポットSP2₊₁」という）及び-1次回折光の光スポット（以下、「-1次光スポットSP2₋₁」という）がそれぞれ形成されるように、回折格子が形成されている。

【0073】第1のホログラム50cは、光ディスク15の記録面で反射された波長が650nmの戻り光束（以下、便宜上「650nm戻り光束」ともいう）を受光素子59の受光面方向に回折する。第2のホログラム50dは、光ディスク15の記録面で反射された波長が780nmの戻り光束（以下、便宜上「780nm戻り光束」ともいう）を受光素子59の受光面方向に回折する。本実施形態では、第1のホログラム50cと第2のホログラム50dとは、発光点のずれ（例えば、50〜300μm程度）を考慮して、一体化されている。

【0074】第1のホログラム50cは、図5（A）に示されるように、対物レンズ60のトラッキング方向に対応する方向（Z軸方向）の分割線LA1によって2つの領域に分割され、さらにその分割線LA1の-Y側の領域がY軸方向の分割線LA2によって2つの領域（DA2、DA3）に分割されている。すなわち、第1のホログラム50cは、3つの分割領域DA1、DA2、DA3から構成されている。なお、分割線LA2の位置は、分割線LA1と分割線LA2との交点が650nm戻り光束BL1の光軸とほぼ一致するように設定されている。

【0075】第2のホログラム50dは、図5（B）に示されるように、対物レンズ60のトラッキング方向に対応する方向の分割線LB1によって2つの領域に分割され、さらにその分割線LB1の-Y側の領域がY軸方向の分割線LB2によって2つの領域（DB2、DB3）に分割されている。すなわち、第2のホログラム50dは、3つの分割領域DB1、DB2、DB3から構成されている。なお、分割線LB2の位置は、分割線LB1と分割線LB2との交点が780nm戻り光束BL2の光軸とほぼ一致するように設定されている。

【0076】また、各ホログラムからの回折光がグレーティング素子で回折されないように、例えば、ホログラムとグレーティング素子との間隔が1.5〜2.0mm程度となるように、各ホログラムの位置が設定されている。

【0077】受光器59は、図6に示されるように、1個の2分割された受光素子59a（分割受光素子59a

1、分割受光素子 59 a2) と 14 個の受光素子 59 b1、59 b2、59 c1、59 c2、59 d、59 e1、59 e2、59 f1、59 f2、59 g、59 h1、59 h2、59 i1、59 i2、とを含んで構成されている。受光素子 59 a、59 d、59 g は、それぞれ各波長の戻り光束に含まれる 0 次光を受光する受光素子である。図 7 (A) に示されるように、受光素子 59 b1、59 e1、59 h1 は、それぞれ 650 nm 戻り光束に含まれる +1 次回折光を受光する受光素子であり、受光素子 59 c1、59 f1、59 i1 は、それぞれ 650 nm 波長の戻り光束に含まれる -1 次回折光を受光する受光素子である。また、図 7 (B) に示されるように、受光素子 59 b2、59 e2、59 h2 は、それぞれ 780 nm 戻り光束に含まれる +1 次回折光を受光する受光素子であり、受光素子 59 c2、59 f2、59 i2 は、それぞれ 780 nm 波長の戻り光束に含まれる -1 次回折光を受光する受光素子である。

【0078】すなわち、第 1 のホログラム 50 c の分割領域 DA1 からの回折光は、受光素子 59 a の分割線上、受光素子 59 b1、及び受光素子 59 c1 でそれぞれ受光される。分割領域 DA2 からの回折光は、受光素子 59 d、受光素子 59 e1、及び受光素子 59 f1 でそれぞれ受光される。分割領域 DA3 からの回折光は、受光素子 59 g、受光素子 59 h1、及び受光素子 59 i1 でそれぞれ受光される。

【0079】また、第 2 のホログラム 50 d の分割領域 DB1 からの回折光は、受光素子 59 a の分割線上、受光素子 59 b2、及び受光素子 59 c2 でそれぞれ受光される。分割領域 DB2 からの回折光は、受光素子 59 d、受光素子 59 e2、及び受光素子 59 f2 でそれぞれ受光される。分割領域 DB3 からの回折光は、受光素子 59 g、受光素子 59 h2、及び受光素子 59 i2 でそれぞれ受光される。

【0080】上記のように構成される光ピックアップ装置 23 の作用を説明する。まず、光ディスク 15 が DVD の場合について説明する。

【0081】第 1 の半導体レーザ 51 a から出射された光束は、第 1 のグレーティング素子 50 a で 0 次光及び ±1 次回折光に分割される。そして、第 2 のグレーティング素子 50 b、第 1 のホログラム 50 c、及び第 2 のホログラム 50 d を透過した各回折光は、コリメートレンズ 52 で略平行光となった後、対物レンズ 60 を介して光ディスク 15 の記録面に微小スポットとしてそれぞれ集光される。

【0082】光ディスク 15 の記録面にて反射した反射光 (戻り光束) は、対物レンズ 60 で再び略平行光とされ、コリメートレンズ 52 を透過した後、ホログラムユニット 50 に入射する。ホログラムユニット 50 に入射した戻り光束は、第 2 のホログラム 50 d を透過し、第 1 のホログラム 50 c で回折され、受光器 59 で受光さ

れる。受光器 59 を構成する各受光素子では受光量に応じた電流 (電流信号) をそれぞれ再生信号処理回路 28 に出力する。

【0083】次に、光ディスク 15 が CD の場合について説明する。第 2 の半導体レーザ 51 b から出射された光束は、第 1 のグレーティング素子 50 a を透過し、第 2 のグレーティング素子 50 b で 0 次光及び ±1 次回折光に分割される。そして、第 1 のホログラム 50 c、及び第 2 のホログラム 50 d を透過した各回折光は、コリメートレンズ 52 で略平行光となった後、対物レンズ 60 を介して光ディスク 15 の記録面に微小スポットとしてそれぞれ集光される。

【0084】光ディスク 15 の記録面からの戻り光束は、対物レンズ 60 で再び略平行光とされ、コリメートレンズ 52 を透過した後、ホログラムユニット 50 に入射する。ホログラムユニット 50 に入射した戻り光束は、第 2 のホログラム 50 d で回折され、第 1 のホログラム 50 c を透過し、受光器 59 で受光される。受光器 59 を構成する各受光素子では受光量に応じた電流信号をそれぞれ再生信号処理回路 28 に出力する。

【0085】次に、前述の如く構成された光ピックアップ装置 23 からの出力信号に基づいて、再生信号処理回路 28 で行われるサーボ信号及び再生信号を検出する処理動作について説明する。なお、光ピックアップ装置 23 からの出力信号は、すでに再生信号処理回路 28 にて、所定の電流-電圧変換が行われているものとする。

【0086】[DVD の場合] 次の (1) 式に基づいて、+1 次回折光のプッシュプル信号 PP_{11} を求める。 Se_{11} は受光素子 59 e1 からの信号であり、 Sh_{11} は受光素子 59 h1 からの信号である。

$$【0087】PP_{11}=Se_{11}-Sh_{11} \quad \cdots (1)$$

【0088】次の (2) 式に基づいて、-1 次回折光のプッシュプル信号 PP_{12} を求める。 Sf_{11} は受光素子 59 f1 からの信号であり、 Si_{11} は受光素子 59 i1 からの信号である。

$$【0089】PP_{12}=Sf_{11}-Si_{11} \quad \cdots (2)$$

【0090】次の (3) 式に基づいて、プッシュプル信号 PP_{11} とプッシュプル信号 PP_{12} との和信号 PP_1 を求める。

$$【0091】PP_1=PP_{11}+PP_{12} \quad \cdots (3)$$

【0092】次の (4) 式に基づいて、0 次光のプッシュプル信号 PP_{10} を求める。ここで、 Sd は分割受光素子 59 d からの信号であり、 Sg は分割受光素子 59 g からの信号である。

$$【0093】PP_{10}=Sd-Sg \quad \cdots (4)$$

【0094】そして、プッシュプル信号 PP_1 のレベル調整を行った後、次の (5) 式に基づいて、トラックエラー信号 TE を求める。すなわち、差動プッシュプル法によりトラックエラー信号 TE が検出される。

$$【0095】TE=PP_{10}-PP_1 \quad \cdots (5)$$

【0096】また、次の(6)式に基づいて、対物レンズ60の基準位置からのシフト量を示すレンズポジション信号RPを求める。

【0097】 $RP=PP_{10}+PP_1$ …… (6)

【0098】さらに、次の(7)式に基づいて、トラッククロス信号TCを求める。トラッククロス信号TCは、CD-RやDVD-R等のように、記録部と未記録部の反射率が大きく異なる場合に、RF信号を補正するために用いられる。

【0099】 $TC=(Sd+Sg)-(Se_1+Sf_1+Sh_1+Si_1)$ …… (7)

【0100】また、次の(8)式に基づいて、再生信号RFを求める。 Sa_1 は受光素子59a1からの信号であり、 Sa_2 は受光素子59a2からの信号である。

【0101】 $RF=(Sa_1+Sa_2+Sd+Sg)$ …… (8)

【0102】そして、次の(9)式に基づいて、フォーカスエラー信号FEを求める。すなわち、いわゆるナイフエッジ法によりフォーカスエラー信号FEが検出される。

【0103】 $FE=Sa_1-Sa_2$ …… (9)

【0104】[CDの場合] 次の(10)式に基づいて、+1次回折光のプッシュプル信号PP₂₁を求める。 Se_2 は受光素子59e2からの信号であり、 Sh_2 は受光素子59h2からの信号である。

【0105】 $PP_{21}=Se_2-Sh_2$ …… (10)

【0106】次の(11)式に基づいて、-1次回折光のプッシュプル信号PP₂₂を求める。 Sf_2 は受光素子59f2からの信号であり、 Si_2 は受光素子59i2からの信号である。

【0107】 $PP_{22}=Sf_2-Si_2$ …… (11)

【0108】次の(12)式に基づいて、プッシュプル信号PP₂₁とプッシュプル信号PP₂₂との和信号PP₂を求める。

【0109】 $PP_2=PP_{21}+PP_{22}$ …… (12)

【0110】次の(13)式に基づいて、0次光のプッシュプル信号PP₂₀を求める。

【0111】 $PP_{20}=Sd-Sg$ …… (13)

【0112】そして、プッシュプル信号PP₂のレベル調整を行った後、次の(14)式に基づいて、トラックエラー信号TEを求める。すなわち、DVDの場合と同様に、差動プッシュプル法によりトラックエラー信号TEが検出される。

【0113】 $TE=PP_{20}-PP_2$ …… (14)

【0114】また、次の(15)式に基づいて、対物レンズ60の基準位置からのシフト量を示すレンズポジション信号RPを求める。

【0115】 $RP=PP_{20}+PP_2$ …… (15)

【0116】さらに、次の(16)式に基づいて、トラッククロス信号TCを求める。

【0117】

$TC=(Sd+Sg)-(Se_2+Sf_2+Sh_2+Si_2)$ …… (16)

【0118】また、次の(17)式に基づいて、再生信号RFを求める。

【0119】 $RF=(Sa_1+Sa_2+Sd+Sg)$ …… (17)

【0120】そして、前述の(9)式に基づいて、フォーカスエラー信号FEを求める。

【0121】また、光ディスク15がCDであるかDVDであるかは、その記録面からの反射光の強度から判別することができる。通常、この判別は光ディスク15が光ディスク装置20の所定位置に挿入されたときに行われる。また、光ディスク15に予め記録されているTOC (Table Of Contents) 情報、PMA (Program Memory Area) 情報及びウォブル信号などに基づいて光ディスク15の種類を判別することも可能である。そして、その判別結果はレーザコントロール回路24に通知され、レーザコントロール回路24によって、第1の半導体レーザ51a及び第2の半導体レーザ51bのいずれか一方が選択される。

【0122】次に、前述の光ディスク装置20を用いて、光ディスク15にデータを記録する場合の処理動作について簡単に説明する。なお、半導体レーザの選択は上述の如くして、すでに行われているものとする。

【0123】CPU40は、ホストから記録要求を受信すると、記録速度に基づいてスピンドルモータ22の回転を制御するための制御信号をモータドライバ27に出力するとともに、ホストから記録要求を受信した旨を再生信号処理回路28に通知する。光ディスク15の回転が所定の線速度に達すると、再生信号処理回路28では、光ピックアップ装置23からの出力信号に基づいてアドレス情報を取得し、CPU40に通知する。

【0124】さらに、再生信号処理回路28では、光ピックアップ装置23からの出力信号に基づいて、前述の如くしてトラックエラー信号TE及びフォーカスエラー信号FEを検出し、サーボコントローラ33に出力する。サーボコントローラ33では、再生信号処理回路28からのトラックエラー信号TE及びフォーカスエラー信号FEに基づいて、モータドライバ27を介して光ピックアップ装置23のトラッキングアクチュエータ及びフォーカシングアクチュエータを駆動する。すなわち、トラックずれ及びフォーカスずれを補正する。

【0125】CPU40は、ホストからのデータをバッファマネージャ37を介してバッファRAM34に蓄積する。バッファRAM34に蓄積されたデータ量が所定の値を超えると、バッファマネージャ37は、CPU40に通知する。

【0126】CPU40は、バッファマネージャ37からの通知を受け取ると、エンコーダ25に書き込みデータの作成を指示するとともに、再生信号処理回路28からのアドレス情報に基づいて、所定の書き込み開始地点に光ピックアップ23が位置するように光ピックアップ

23のシーク動作を指示する信号をモータドライバ27に出力する。再生信号処理回路28では、光ピックアップ装置23からの出力信号に基づいて、前述したレンズポジション信号RPを検出し、サーボコントローラ33に出力する。そして、サーボコントローラ33では、シーク動作中に対物レンズ60を基準位置にホールドするために、再生信号処理回路28からのレンズポジション信号RPに基づいてモータドライバ27を介してトラッキングアクチュエータを制御する。

【0127】CPU40は、再生信号処理回路28からのアドレス情報に基づいて、光ピックアップ装置23の位置が書き込み開始地点であると判断すると、エンコーダ25に通知する。そして、エンコーダ25では、レーザコントロール回路24及び光ピックアップ装置23を介して、書き込みデータを光ディスク15に記録する。

【0128】次に、前述した光ディスク装置20を用いて、光ディスク15に記録されているデータを再生する場合の処理動作について簡単に説明する。なお、半導体レーザの選択は上述の如くして、すでに行われているものとする。

【0129】CPU40は、ホストから再生要求を受信すると、再生速度に基づいてスピンドルモータ22の回転を制御するための制御信号をモータドライバ27に出力するとともに、ホストから再生要求を受信した旨を再生信号処理回路28に通知する。光ディスク15の回転が所定の線速度に達すると、再生信号処理回路28では、光ピックアップ装置23からの出力信号に基づいてアドレス情報を取得し、CPU40に通知する。

【0130】さらに、前述した記録の場合と同様にして、トラックずれ及びフォーカスずれが補正される。

【0131】CPU40は、再生信号処理回路28からのアドレス情報に基づいて、所定の読み込み開始地点に光ピックアップ装置23が位置するようにシーク動作を指示する信号をモータドライバ27に出力する。そして、前述した記録の場合と同様にして、シーク動作中は対物レンズ60を基準位置にホールドする。

【0132】CPU40は、再生信号処理回路28からのアドレス情報に基づいて、読み込み開始地点であるかをチェックし、光ピックアップ装置23の位置が読み込み開始地点であると判断すると、再生信号処理回路28に通知する。そして、再生信号処理回路28では、前述のトラッククロス信号TCに基づいて、光ピックアップ装置23の出力信号を補正しつつ再生信号RFを前述の如くして検出し、誤り訂正処理等を行った後、バッファRAM34に蓄積する。

【0133】バッファマネージャ37は、バッファRAM34に蓄積されたデータがセクタデータとして揃ったときに、インターフェース38を介してホストに転送する。

【0134】なお、光ディスク装置20では、記録処理

及び再生処理が終了するまで、再生信号処理回路28は、上述した如く、光ピックアップ装置23からの出力信号に基づいてフォーカスエラー信号FE及びトラックエラー信号TEを検出し、サーボコントローラ33及びモータドライバ27を介してフォーカスずれ及びトラックずれを随時補正する。また、CPU40は、再生信号処理回路28からの上述したレンズポジション信号RPに基づいて、対物レンズ60のシフト量が所定の値よりも大きくなると、シークモータを駆動するとともに、対物レンズ60を基準位置に戻すようにサーボコントローラ33に指示する。

【0135】以上の説明から明らかなように、本実施形態に係る光ディスク装置では、再生信号処理回路28とCPU40とから処理装置が構成されている。

【0136】しかしながら、本発明がこれに限定されるものではないことは勿論である。すなわち、上記実施形態は一例に過ぎず、上記のCPU40によるプログラムに従う処理によって実現した構成各部の少なくとも一部をハードウェアによって構成することとしても良いし、あるいは全ての構成部分をハードウェアによって構成することとしても良い。

【0137】以上説明したように、本実施形態に係る光ピックアップ装置によると、650nm出射光束を分割する第1のグレーティング素子50a及び780nm出射光束を分割する第2のグレーティング素子50bと、650nm戻り光束を受光器59に導く第1のホログラム50c及び780nm戻り光束を受光器59に導く第2のホログラム50dとを備えている。これにより、DVD光源からの光束に対しては、第1のグレーティング素子50a及び第1のホログラム50cを最適化し、CD光源からの光束に対しては、第2のグレーティング素子50b及び第2のホログラム50dを最適化することができる。すなわち、DVD光源の発光点とCD光源の発光点とが異なっても、受光器59からは、差動プッシュプル法に適した信号が安定して出力される。従って、DVD及びCDいずれにも対応可能で、トラックエラーに関する情報を精度良く求めることが可能となる。

【0138】また、本実施形態によると、第1のグレーティング素子50aと第2のグレーティング素子50bとが、±0.01度のアライメント精度で一体化されている。これにより、第2のグレーティング素子50bの調整が不要となる。すなわち、第1のグレーティング素子50aで分割された650nm出射光束が、図4

(A)に示される位置に集光されるように、第1のグレーティング素子50aを調整(例えば、精度±0.2度程度)することにより、同程度の精度で第2のグレーティング素子50bで分割された780nm出射光束は、図4(B)に示される位置に集光されることとなる。従って、調整回数を2回から1回に減らすことが可能となる。

【0139】さらに、本実施形態によると、第1のホログラム50cを光源側に配置し、第2のホログラム50dを対物レンズ側に配置している。これにより、ホログラムの組み込み手順として、要求される位置精度が高い第1のホログラム50cの位置決めが最初に行われることとなり、組み込みの作業性を向上させることが可能となる。

【0140】また、本実施形態によると、複数波長の光源として、モノリシクタイプではなく個別の半導体レーザを採用しているために、高出力の半導体レーザを用いることができる。これにより、高速度での記録に対応することが可能となる。

【0141】さらに、本実施形態によると、各半導体レーザは、同一筐体内に収納され、パッケージ化されているために、光ピックアップ装置の小型化を促進することができる。また、各半導体レーザは、パッケージ化の際に精度良く位置決めされているために、組み付け作業及び調整作業を簡素化することができる。すなわち、低コスト化を促進することが可能となる。

【0142】また、本実施形態によると、受光器は、各半導体レーザと同一の筐体内に収納されているために、光ピックアップ装置の小型化を促進することができる。また、受光器及び各半導体レーザは、パッケージ化の際に精度良く位置決めされているために、組み付け作業及び調整作業を簡素化することができる。すなわち、低コスト化を促進することが可能となる。

【0143】さらに、本実施形態によると、各グレーティング素子は、受発光モジュールと一体化されているために、光ピックアップ装置の小型化を促進することができる。

【0144】また、本実施形態に係る光ディスク装置によると、光ピックアップ装置からの出力信号に基づいて、DVD及びCDいずれに対しても、トラックエラー信号を精度良く検出することができるため、DVD及びCDいずれにも対応可能で、正確な情報の記録及び再生を安定して行うことが可能となる。さらに、光ピックアップ装置23の小型化によって、光ディスク装置自体の小型化及び消費電力の低減も促進することができ、例えば、携帯用として用いられる場合には、持ち運びが容易となり、さらに長時間の使用が可能となる。

【0145】なお、上記実施形態では、上記(1)～(17)式の演算処理が再生信号処理回路28にて行われる場合について説明しているが、これに限らず、光ピックアップ装置23に、上記(1)～(17)式の演算処理の少なくとも1つを行なう演算回路を付加しても良い。これにより、再生信号処理回路28を簡略化することができるとともに、組み付け時の配線作業などが容易となり、作業性の向上及び作業コストの低減を図ることができる。特に、上記(1)～(5)式及び上記(10)～(14)式の演算処理を行なう演算回路(検出手

段)を光ピックアップ装置23に付加することにより、光ピックアップ装置23でトラックエラー信号を差動ブッシュアップ法によって検出することが可能となる。

【0146】また、上記実施形態において、各グレーティング素子は、所定の波長の光束を選択的に回折する波長選択性を有するものであっても良い。一例として図8に示されるように、グレーティング素子などの回折光学素子では、その回折効率(回折格子の溝深さと関連していることが広く知られている。図8の曲線P1及び曲線S1は、それぞれ波長が650nmの光束が入射されたときの0次光及び1次回折光の場合を示し、曲線P2及び曲線S2は、それぞれ波長が780nmの光束が入射されたときの0次光及び1次回折光の場合を示している。

【0147】そこで、図8を参照し、例えば、第1のグレーティング素子50aにおいて、波長が780nmの光束における1次回折光の回折効率が約0%で、波長が650nmの光束における1次回折光の回折効率が約10%となるようにするには、図8ではT1で示されるように、格子の溝深さを約1.7μmとすれば良いことがわかる。また、第2のグレーティング素子50bにおいて、波長が650nmの光束における1次回折光の回折効率が約0%で、波長が780nmの光束における1次回折光の回折効率が約10%となるようにするには、図8ではT2で示されるように、格子深さを約1.4μmとすれば良いことがわかる。これにより、各グレーティング素子にて不要な回折光が生じるのを防止できるため、受発光モジュール51から出射される光束の利用効率が向上する。そして、結果として高速度での記録及び再生を安定して行なうことが可能となる。なお、第1のグレーティング素子50a及び第2のグレーティング素子50bのいずれか一方が波長選択性を有しても良い。

【0148】このことは、各ホログラムについても同様である。すなわち、第1のホログラム50cにおいて、波長が780nmの光束における1次回折光の回折効率が約0%で、波長が650nmの光束における1次回折光の回折効率が約10%となるようにするには、溝深さを約1.7μmとすれば良い。また、第2のホログラム50dにおいて、波長が650nmの光束における1次回折光の回折効率が約0%で、波長が780nmの光束における1次回折光の回折効率が約10%となるようにするには、溝の深さを約1.4μmとすれば良い。これにより、不要な回折光が生じるのを防止できるため、戻り光束の利用効率が向上する。そして、結果として受光器から出力される信号の信号レベル及びS/N比を向上させることができる。なお、第1のホログラム50c及び第2のホログラム50dのいずれか一方が波長選択性を有しても良い。

【0149】なお、1次回折光における最大の回折効率(回折率)が得られるときの入射光束の波長λと溝深さTとは、次

の(18)式で示される関係にある。

【0150】 $\Delta n \times T = \lambda / 2 \dots (18)$

【0151】ここで、 Δn は回折光学素子の屈折率と溝に充填されている物質の屈折率との差である。例えば、屈折率1.5の回折光学素子が空気(屈折率1.0)中にあるときは、 $\Delta n = 0.5 (= 1.5 - 1.0)$ であり、入射光束の波長が650nmであれば、 $T = 0.65 \mu m$ となる。

【0152】さらに、上記実施形態では、ホログラムユニット50を構成する各ホログラムは、無偏光ホログラムである場合について説明したが、例えば図9(B)に示されるように、第1ホログラム50cの代わりに、第1ホログラム50cと同等のホログラム作用を有するとともに、その回折効率が光束の偏光方向に依存する偏光性を有する第1の偏光ホログラム50h₁を用い、第2ホログラム50dの代わりに、第2ホログラム50dと同等のホログラム作用を有するとともに、その回折効率が光束の偏光方向に依存する偏光性を有する第2の偏光ホログラム50h₂を用いたホログラムユニット50'を、ホログラムユニット50の代わりに用いても良い。この場合には、例えば図9(A)に示されるように、コリメートレンズ52と対物レンズ60との間に、各半導体レーザから出射された光束の偏光方向と戻り光束の偏光方向とを90度変更するために $\lambda/4$ 板55が配置される。なお、 $\lambda/4$ 板55の代わりに、位相差膜などを用いても良い。そこで、各半導体レーザから出射される光束の偏光方向に対しては回折効率が低く、戻り光束の偏光方向に対しては回折効率が高くなるように、各偏光ホログラムを設定することにより、無偏光ホログラムでは、各半導体レーザから出射された光束の約80%が透過され、戻り光束の約8%が回折されるのに対して、偏光ホログラムでは、各半導体レーザから出射された光束の約95%が透過され、戻り光束の約35%が回折される。これにより、各半導体レーザから出射された光束は、その光量が殆ど低下することなく光ディスク15の記録面に照射されるため、高速度での記録及び再生を安定して行なうことが可能となる。また、受光器での受光量が増加するために、受光器から出力される信号の信号レベル及びS/N比を向上させることができる。

【0153】ここで、上記第1の偏光ホログラム50h₁の構成について、一例として図10を用いて説明する。図10に示される第1の偏光ホログラム50h₁では、例えばBSC7などの光学ガラスから成る第1ガラス基板101と、その一側の面の格子状の凹凸が形成されたポリエステル系の有機延伸膜103と、BSC7などの光学ガラスから成る第2ガラス基板105と、が有機材料を含む接着剤102、104を介して積層されている。ここでは、第1ガラス基板101の板厚d₁は約1mm、接着剤102の接着剤層の厚さd₂は約40 μm 、有機延伸膜103の厚さd₃は約100 μm 、接着

剤104の接着剤層の厚さd₄は約40 μm 、第2ガラス基板105の板厚d₅は約1mmである。また、有機延伸膜103に形成された凹凸は、ピッチが約2 μm 、格子深さが約4 μm である。有機延伸膜103は、常光線屈折率が1.58、異常光線屈折率が1.67の光学的異方性を有している。接着剤102、104の屈折率は、ほぼ1.58である。この場合には、第1の偏光ホログラム50h₁は、波長が650nmのP偏光の光束(常光線)に対しては約97%の透過率を有し、S偏光の光束(異常光線)に対しては約35%の1次回折効率を有することができる。すなわち、ホログラムの効率を理想的な特性に近づけることができるため、受光器から出力される信号レベル、およびS/N比を更に向上させることが可能となる。また、光学的異方性を有する材料として安価で量産が可能な有機延伸膜を用いているため、コストを低減することが可能となる。さらに、有機延伸膜103に形成された凹凸に接着剤104が充填され、その表面を更に光学的等方性を有する第2ガラス基板105で覆っているために、入射する光束に対するホログラムの表面粗さが改善され、波面収差特性の劣化を防止することが可能となる。これにより、光ディスクの記録面に所定の形状の光ビームを形成することができる。なお、上記第2の偏光ホログラム50h₂についても同様な構成とすることができる。

【0154】次に、上記第1の偏光ホログラム50h₁の製造方法について、一例として図11及び図12を用いて説明する。

【0155】1. スピン塗布装置を用いて第1ガラス基板101の一方の面に接着剤102を均一に塗布する(図11(A)参照)。

2. 第1ガラス基板101の接着剤102が塗布された面に、接着剤102との間に気泡を含まないように、有機延伸膜103を乗せる(図11(B)参照)。

3. 2.の状態第1ガラス基板101を所定の一定回転数で回転させる。

4. 第1ガラス基板101を回転させながら、有機延伸膜103の上方から、接着剤102に対して指定されている光強度よりも弱い光強度の紫外線を照射する。この場合には、必ずしも有機延伸膜103全体に紫外線が照射されなくても良い。これにより、有機延伸膜103と接着剤102との接着界面近傍の接着剤102の一部が硬化を開始し、流動性が低下するため、回転が停止しても接着界面の平坦性が維持されることとなる。

5. 所定時間が経過すると、第1ガラス基板101の回転を停止し、直ちに接着剤102に対して指定されている光強度の紫外線を有機延伸膜103全体に所定の時間、照射する。これにより、有機延伸膜103と接着剤102との接着界面がほぼ平坦な状態で、有機延伸膜103と第1ガラス基板101とを貼り合せることができる。

6. スピン塗布装置を用いて有機延伸膜 103 の表面に感光性樹脂（以下、「フォトレジスト」と呼ぶ）R を均一に塗布する（図 11（C）参照）。

7. 露光装置を用いて波長が 660 nm の光束に対応したホログラム用の格子パターンをフォトレジスト R に転写した後、現像装置を用いてフォトレジスト R を現像し、レジストパターンを形成する（図 11（D）参照）。

8. その表面にレジストパターンが形成された有機延伸膜 103 の表面にクロムを蒸着し、クロム膜 LC を形成する（図 12（A）参照）。

9. アセトンなどの溶剤中に浸漬するとともに、超音波振動を付加して、フォトレジスト R をクロムごと剥離する。このような処理を通常リフトオフいう。これにより、有機延伸膜 103 の表面にクロムパターンが形成される（図 12（B）参照）。

10. NLD プラズマを用いたエッチング装置を使用し、エッチングガスに酸素を用いて、クロムが残っていない部分の有機延伸膜 103 をドライエッチングし、深さが約 4 μ m の溝を形成した後、第二硝酸セリウムアンモンを用いたウェットエッチングにて有機延伸膜 103 上のクロムを除去する（図 12（C）参照）。

11. 有機延伸膜 103 に形成された凹凸上に接着剤 104 をボッティングにより乗せた後、その上に第 2 ガラス基板 105 を乗せる。そして、第 2 ガラス基板 105 を加圧しながら、有機延伸膜 103 と第 2 ガラス基板 105 との間に接着剤 104 を充填する（図 12（D）参照）。なお、第 1 ガラス基板 101 と第 2 ガラス基板 105 とは、予め平行出しがなされている。

12. 第 2 ガラス基板 105 の上方から接着剤 104 に対して指定されている光強度の紫外線を照射し、接着剤 104 を硬化させる。これにより、第 1 の偏光ホログラム 50 h₁ が完成する。

【0156】上記製造方法により、第 1 ガラス基板 101、有機延伸膜 103、及び第 2 ガラス基板 105 の平坦性を容易に確保することができ、歩留まりが向上するために、ホログラムのコスト低減が可能となる。

【0157】また、上記製造方法では、有機延伸膜 103 の面上にクロムパターンを形成し、プラズマエッチングによって凹凸を形成しているために、面内の特性が一律で、かつ特性の揃ったホログラムを量産することができ、光ピックアップ装置における諸特性のばらつきを抑制することが可能となる。なお、上記第 2 の偏光ホログラム 50 h₂ についても同様に製造することができる。

【0158】ここで、光ディスク 15 が DVD の場合について、上述した光ピックアップ装置の作用について簡単に説明する。第 1 の半導体レーザ 51 a から出射された直線偏光（例えば P 偏光）の光束は、第 1 のグレーティング素子 50 a で 0 次光及び ± 1 次回折光に分割され

る。そして、第 2 のグレーティング素子 50 b、第 1 のホログラム 50 c、及び第 2 のホログラム 50 d を透過した各回折光は、コリメートレンズ 52 で略平行光となった後、 $\lambda/4$ 板 55 で円偏光とされ、対物レンズ 60 を介して光ディスク 15 の記録面に微小スポットとしてそれぞれ集光される。

【0159】光ディスク 15 の記録面にて反射した反射光は、往路とは反対回りの円偏光となり、対物レンズ 60 で再び略平行光とされ、 $\lambda/4$ 板 55 で往路と直交した直線偏光（例えば S 偏光）とされる。そして、コリメートレンズ 52 を透過した後、ホログラムユニット 50' に入射する。ホログラムユニット 50' に入射した戻り光束は、第 2 の偏光ホログラム 50 h₂ を透過し、第 1 の偏光ホログラム 50 h₁ で回折され、受光器 59 で受光される。受光器 59 を構成する各受光素子では受光量に応じた電流信号をそれぞれ再生信号処理回路 28 に出力する。

【0160】一般的に、偏光ホログラムを用いた場合には、受光器 59 での受光量は記録面の光学的異方性による常光成分と異常光成分との位相差（以下、便宜上「位相差」と略述する）の影響を受ける。すなわち、位相差があると、偏光ホログラムに入射される戻り光束の偏光方向は単一方向でなくなるために、受光器での受光量は減少する。特に、記録面の位置によって位相差が異なる場合、すなわち位相差変動がある場合には、位相差変動に応じて受光器での受光量が変化する。従って、受光器からの出力信号における S/N 比が低下し、場合によっては誤ったサーボ制御が行われるおそれがある。そこで、位相差変動が大きい情報記録媒体に対応するホログラムに無偏光ホログラムを用い、位相差変動が小さい情報記録媒体に対応するホログラムに偏光ホログラムを用いても良い。現在、規格以上の位相差がある DVD は極めて少ないため、例えば、第 1 のホログラム 50 c のみを偏光ホログラムとしても良い。

【0161】また、上記実施形態において、ホログラムユニット 50 を構成する各グレーティング素子は、無偏光グレーティング素子である場合について説明したが、一例として図 13 に示されるように、第 1 のグレーティング素子 50 a の代わりに第 1 の偏光グレーティング素子 50 a' を、第 2 のグレーティング素子 50 b の代わりに第 2 の偏光グレーティング素子 50 b' を用いたホログラムユニット 50' を、ホログラムユニット 50 の代わりに用いても良い。また、この場合には、前述した偏光ホログラムを用いる場合と同様に、コリメートレンズ 52 と対物レンズ 60 との間に、各半導体レーザから出射された光束の偏光方向と戻り光束の偏光方向とを 90 度変更するために $\lambda/4$ 板などが配置されることとなる。そこで、各半導体レーザから出射される光束の偏光方向に対しては回折効率が低く、戻り光束の偏光方向に対しては回折効率が高くなるように、各偏光グレーテ

イング素子を設定することにより、各ホログラムからの戻り光が偏光グレーティング素子 50a'、50b' に入射しても、そこでの回折を抑えることが可能となるため、各グレーティング素子と各ホログラムとの間隔を短くすることができる。すなわち、ホログラムユニット 50' を小さくすることができる。例えば、光ピックアップ装置が記録用に用いられる場合には、通常、光源から出射された光束をより多く取り込むために、焦点距離の短い（例えば $f = 10\text{ mm}$ 程度）コリメートレンズが用いられる。コリメートレンズの焦点距離が短いと、光源とコリメートレンズとの距離（ワーキングディスタンス）が短くなるが、ホログラムユニットを小さくすることにより、組み付け作業や調整作業が容易となるとともに、光ピックアップ装置の小型化を促進することができる。また、作業コストの低減も図ることが可能となる。なお、第 1 のグレーティング素子 50a 及び第 2 のグレーティング素子 50b のいずれか一方が偏光グレーティング素子であっても良い。

【0162】ここで、上記第 1 の偏光グレーティング素子 50a' の構成について、一例として図 14 を用いて説明する。図 14 に示される第 1 の偏光グレーティング素子 50a' では、例えば BSC7 などの光学ガラスから成る第 1 ガラス基板 201 と、その一側の面の格子状の凹凸が形成されたポリエステル系の有機延伸膜 203 と、BSC7 などの光学ガラスから成る第 2 ガラス基板 205 と、が有機材料を含む接着剤 202、204 を介して積層されている。ここでは、第 1 ガラス基板 201 の板厚 $d11$ は約 1 mm 、接着剤 202 の接着剤層の厚さ $d12$ は約 $40\text{ }\mu\text{m}$ 、有機延伸膜 203 の厚さ $d13$ は約 $100\text{ }\mu\text{m}$ 、接着剤 204 の接着剤層の厚さ $d14$ は約 $40\text{ }\mu\text{m}$ 、第 2 ガラス基板 205 の板厚 $d15$ は約 1 mm である。また、有機延伸膜 203 に形成された凹凸は、ピッチが約 $14\text{ }\mu\text{m}$ 、格子深さが約 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ である。有機延伸膜 203 は、常光線屈折率が 1.58、異常光線屈折率が 1.67 の光学的異方性を有している。接着剤 202、204 の屈折率は、ほぼ 1.58 である。この場合には、第 1 の偏光グレーティング素子 50a' は、波長が 650 nm の P 偏光の光束（常光線）に対しては約 80% の透過率を有し、S 偏光の光束（異常光線）に対しては約 10% の 1 次回折効率を有することができる。すなわち、グレーティング素子の効率を理想的な特性に近づけることができるため、受光器から出力される信号レベル、および S/N 比を更に向上させることが可能となる。また、光学的異方性を有する材料として安価で量産が可能な有機延伸膜を用いているため、コストを低減することが可能となる。さらに、有機延伸膜 203 に形成された凹凸に接着剤 204 が充填され、その表面を更に光学的等方性を有する第 2 ガラス基板 205 で覆っているために、入射する光束に対するグレーティング素子の表面粗さが改善され、波面収差特性の劣

化を防止することが可能となる。これにより、光ディスクの記録面に所定の形状の光ビームを形成することができる。なお、上記第 2 の偏光グレーティング素子 50b' についても同様な構成とすることができる。

【0163】次に、上記第 1 の偏光グレーティング素子 50a' の製造方法について、一例として図 15 及び図 16 を用いて説明する。

【0164】1. スピン塗布装置を用いて第 1 ガラス基板 201 の一方の面に接着剤 202 を均一に塗布する（図 15 (A) 参照）。

2. 第 1 ガラス基板 201 の接着剤 202 が塗布された面に、接着剤 202 との間に気泡を含まないように、有機延伸膜 203 を乗せる（図 15 (B) 参照）。

3. 2. の状態で第 1 ガラス基板 201 を所定の一定回転数で回転させる。

4. 第 1 ガラス基板 201 を回転させながら、有機延伸膜 203 の上方から、接着剤 202 に対して指定されている光強度よりも弱い光強度の紫外線を照射する。この場合には、必ずしも有機延伸膜 203 全体に紫外線が照射されなくても良い。これにより、有機延伸膜 203 と接着剤 202 との接着界面近傍の接着剤 202 の一部が硬化を開始し、流動性が低下するため、回転が停止しても接着界面の平坦性が維持されることとなる。

5. 所定時間が経過すると、第 1 ガラス基板 201 の回転を停止し、直ちに接着剤 202 に対して指定されている光強度の紫外線を有機延伸膜 203 全体に所定の時間、照射する。これにより、有機延伸膜 203 と接着剤 202 との接着界面がほぼ平坦な状態で、有機延伸膜 203 と第 1 ガラス基板 201 とを貼り合せることができる。

6. スピン塗布装置を用いて有機延伸膜 203 の表面にフォトレジスト R を均一に塗布する（図 15 (C) 参照）。

7. 露光装置を用いて波長が 660 nm の光束に対応したグレーティング用の格子パターンをフォトレジスト R に転写した後、現像装置を用いてフォトレジスト R を現像し、レジストパターンを形成する（図 15 (D) 参照）。

8. その表面にレジストパターンが形成された有機延伸膜 203 の表面にクロムを蒸着し、クロム膜 LC を形成する（図 16 (A) 参照）。

9. アセトンなどの溶剤中に浸漬するとともに、超音波振動を付加して、フォトレジスト R をクロムごと剥離する。これにより、有機延伸膜 203 の表面にクロムパターンが形成される（図 16 (B) 参照）。

10. NLD プラズマを用いたエッチング装置を使用し、エッチングガスに酸素を用いて、クロムが残っていない部分の有機延伸膜 203 をドライエッチングし、深さが約 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ の溝を形成した後、第二硝酸セリウムアンモンを用いたウェットエッチングにて有機延伸膜 2

03上のクロムを除去する(図16(C)参照)。

11. 有機延伸膜203に形成された凹凸上に接着剤204をボッティングにより乗せた後、その上に第2ガラス基板205を乗せる。そして、第2ガラス基板205を加圧しながら、有機延伸膜203と第2ガラス基板205との間に接着剤204を充填する(図16(D)参照)。なお、第1ガラス基板201と第2ガラス基板205とは、予め平行出しがなされている。

12. 第2ガラス基板205の上方から接着剤204に対して指定されている光強度の紫外線を照射し、接着剤204を硬化させる。これにより、第1の偏光グレーティング素子50a'が完成する。

【0165】上記製造方法により、第1ガラス基板201、有機延伸膜203、及び第2ガラス基板205の平坦性を容易に確保することができ、歩留まりが向上するために、グレーティング素子のコスト低減が可能となる。すなわち、偏光特性に優れた偏光光学素子を安価に製造することができる。

【0166】また、上記製造方法では、有機延伸膜203の面上にクロムパターンを形成し、プラズマエッチングによって凹凸を形成しているために、面内の特性が一樣で、かつ特性の揃ったグレーティング素子を量産することができ、光ピックアップ装置における諸特性のばらつきを抑制することが可能となる。なお、上記第2の偏光グレーティング素子50b'についても同様に製造することができる。

【0167】さらに、上記実施形態において、各グレーティング素子及び各ホログラムのうち少なくとも1つは、波長選択性と偏光性との両方を有するものであっても良い。

【0168】なお、上記実施形態では、各グレーティング素子は、それぞれ個別の素子である場合について説明したが、これに限らず、例えば図17に示されるように、1つの透明基板50eの一方の面に第1のグレーティング素子50aと同等の回折作用を備える回折格子GT1を形成し、透明基板50eの他方の面に第2のグレーティング素子50bと同等の回折作用を備える回折格子GT2を形成しても良い。これにより、グレーティング素子の組み付け作業が容易になるとともに、グレーティング素子の位置調整を2回から1回に減らすことができ、その結果として組み付け作業及び調整作業の作業コストを低減することが可能となる。また、グレーティング素子の占有領域を小さくすることができ、その結果として光ピックアップ装置の小型化を促進することが可能となる。

【0169】また、上記実施形態では、受光器59は、各ホログラムからの回折光毎にそれぞれ対応した受光素子を備える場合について説明したが、これに限らず、例えば図18に示されるように、受光器59の代わりに、650nm戻り光束に含まれる±1次回折光を受光する

ための受光素子と780nm戻り光束に含まれる±1次回折光を受光するための受光素子とを共通化した受光素子59'を用いても良い。ここでは、2つの受光素子59b₁、59b₂の代わりに1つの受光素子59bを、2つの受光素子59c₁、59c₂の代わりに1つの受光素子59cを、2つの受光素子59e₁、59e₂の代わりに1つの受光素子59eを、2つの受光素子59f₁、59f₂の代わりに1つの受光素子59fを、2つの受光素子59h₁、59h₂の代わりに1つの受光素子59hを、2つの受光素子59i₁、59i₂の代わりに1つの受光素子59iを用いている。これにより、受光素子の数及び信号端子の数が減少し、受光器を小さくすることができる。そして、その結果として受発光モジュールの小型化を図ることができる。

【0170】ここでは、トラックエラー信号TE、トラッククロス信号TC及び再生信号RFを検出する際には、前述した各計算式において、Sb₁、Sb₂の代わりに受光素子59bからの信号が用いられ、Sc₁、Sc₂の代わりに受光素子59cからの信号が用いられ、Se₁、Se₂の代わりに受光素子59eからの信号が用いられ、Sf₁、Sf₂の代わりに受光素子59fからの信号が用いられ、Si₁、Si₂の代わりに受光素子59iからの信号が用いられることとなる。なお、受光素子の共通化は、一部の受光素子についてのみ行われても良い。

【0171】さらに、ここで、図19(A)に示されるように、DVDの記録面に形成される+1次光スポットSP1+1の中心と-1次光スポットSP1-1の中心とを結ぶ直線とトラックの接線方向とのなす角度をφ1とし、図19(B)に示されるように、CDの記録面に形成される+1次光スポットSP2+1の中心と-1次光スポットSP2-1の中心とを結ぶ直線とトラックの接線方向とのなす角度をφ2とする。そして、角度φ1と角度φ2とがほぼ等しくなるように、各ホログラムを調整することにより、一例として図19(C)に示されるように、650nm戻り光束に含まれる+1次回折光P2+1と-1次回折光P2-1及び、780nm戻り光束に含まれる+1次回折光P1+1と-1次回折光P1-1が、受光素子59b、59cの短手方向に延びる共通の直線上で受光されるようにすることができる。従って、受光素子59b、59cの代わりに、一例として図19(D)に示されるように、受光素子59b、59cの長手方向の長さを短くした受光素子59b'、59c'を用いることが可能となる。これにより受光素子の受光面積を小さくすることができ、受発光モジュールの小型化を図ることが可能となる。なお、他の受光素子に関しても同様である。

【0172】また、上記実施形態において、図20(A)及び図20(B)に示されるように、DVDの記録面に形成される+1次光スポットSP1+1の中心とCDの記録面に形成される+1次光スポットSP2+1の中

心とを結ぶ直線、及びDVDの記録面に形成される-1次光スポットSP1-1の中心とCDの記録面に形成される-1次光スポットSP2-1の中心とを結ぶ直線が、トラッキング方向とほぼ同一となるように各ホログラムを調整することにより、図20(C)に示されるように、650nm戻り光束に含まれる+1次回折光P2+1と780nm戻り光束に含まれる+1次回折光P1+1は、受光素子59bの長手方向に延びる共通の直線上で受光される。また、650nm戻り光束に含まれる-1次回折光P2-1と780nm戻り光束に含まれる-1次回折光P1-1は、受光素子59cの長手方向に延びる共通の直線上で受光される。従って、受光素子59b、59cの代わりに、一例として図20(D)に示されるように、受光素子59b'、59c'を用いることが可能となる。これにより受光素子の受光面積を小さくすることができ、受発光モジュールの小型化を図ることが可能となる。なお、他の受光素子に関しても同様である。

【0173】また、上記実施形態において、第2のホログラム50dの代わりに、図21(A)に示されるように、第2のホログラム50dと同一のホログラム作用を有し、その面積が第2のホログラム50dよりも小さいホログラム50d'を用いても良い。このように、後から取り付けるホログラムを小型化することにより、ホログラム50d'を取り付ける際に、先に位置決めしたグレーティング素子50a、50b及び第1のホログラム50cに位置ずれが生じるのを防止することができる。従って、取り付け作業及び調整作業の作業性が向上し、作業コストを低減することが可能となる。同様の目的で、第2のグレーティング素子50bの代わりに、図21(B)に示されるように、第2のグレーティング素子50bと同一の回折作用を有し、その面積が第2のグレーティング素子50bよりも小さいグレーティング素子50b'を用いても良い。さらに、グレーティング素子とホログラムとが重なるような場合には、一例として図21(C)に示されるように、第1のホログラム50cの代わりに、グレーティング素子50b'よりも面積が小さいホログラム50c'を用いても良い。そして、第2のホログラム50dの代わりに、ホログラム50c'よりも面積が小さいホログラム50d'を用いても良い。

【0174】なお、上記実施形態では、各半導体レーザのうち、第2の半導体レーザ51bを受光器59に近い位置に配置した場合について説明したが、これに限らず、例えば図22に示されるように、第1の半導体レーザ51aを受光器59に近い位置に配置しても良い。一般的にホログラムなどの回折光学素子では、溝のピッチが同じ場合には、入射光束の波長が長いほど回折角は大きくなり、一方、入射光束の波長が同じ場合には、溝のピッチが小さいほど回折角は大きくなる。言い換える

と、同じ回折角を得るには、入射光束の波長が短いほど溝のピッチを小さくしなければならない。そこで、この場合に、波長が780nmの光束に最適化されたホログラム50fを波長が650nmの光束に最適化されたホログラム50gよりも受光器59に近い位置に配置することにより、ホログラム50gでは、上記実施形態における第1のホログラム50cに比べて溝のピッチを大きくすることができる。このことにより、特に波長が650nmの光束に対応したホログラムの設計及び作製が容易となり、光ピックアップ装置のコスト低減を図ることが可能となる。

【0175】なお、上記実施形態では、受発光モジュール51とホログラムユニット50とが一体化されている場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではなく、受発光モジュール51とホログラムユニット50とが、それぞれ個別に配置されていても良い。

【0176】さらに、上記実施形態では、第1のグレーティング素子50aが第2のグレーティング素子50bよりも光源側に配置されている場合について説明したが、第2のグレーティング素子50bが光源側に配置されても良い。

【0177】また、上記実施形態では、グレーティング素子とホログラムとがホログラムユニットとして一体化されている場合について説明したが、グレーティング素子とホログラムとは、それぞれ個別に配置されても良い。なお、上記実施形態では、第1のグレーティング素子と第2のグレーティング素子とが一体化されている場合について説明したが、各グレーティング素子はそれぞれ個別に配置されても良い。また、上記実施形態では、第1のホログラムと第2のホログラムとが一体化されている場合について説明したが、各ホログラムはそれぞれ個別に配置されても良い。

【0178】さらに、上記実施形態では、各半導体レーザと受光器とが、同一の筐体内に配置されている場合について説明したが、各半導体レーザと受光器とが個別に配置されていても良い。

【0179】また、上記実施形態では、光源から出射される光束の波長が650nm及び780nmの場合について説明したが、これらに限定されるものではない。

【0180】なお、上記実施形態では、光源が2つの場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0181】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る光ピックアップ装置によれば、大型化及び高コスト化を招くことなく、複数種類の情報記録媒体に対応可能で、トラックエラーに関する情報を精度良く求めることができるという効果がある。

【0182】また、本発明に係る偏光光学素子の製造方法によれば、光ピックアップ装置に用いられる、偏光特

性に優れた偏光光学素子を低コストで製造することができるという効果がある。

【0183】また、本発明に係る光ディスク装置によれば、複数種類の情報記録媒体に対応可能で、正確な情報の記録を安定して行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【図2】光ディスクのトラック構成を説明するための図である。

【図3】図3(A)は、図1の光ピックアップ装置における光学系の概略構成を示す図であり、図3(B)は、図3(A)の受発光モジュール及びホログラムユニットの詳細構成を説明するための図である。

【図4】図4(A)は、DVDの記録面での0次光及び±1次回折光の集光位置を説明するための図であり、図4(B)は、CDの記録面での0次光及び±1次回折光の集光位置を説明するための図である。

【図5】図5(A)は、650nm戻り光束を回折するホログラムを説明するための図であり、図5(B)は、780nm戻り光束を回折するホログラムを説明するための図である。

【図6】受光器を構成する受光素子を説明するための図である。

【図7】図7(A)は、650nm戻り光束の受光器での受光位置を説明するための図であり、図7(B)は、780nm戻り光束の受光器での受光位置を説明するための図である。

【図8】回折光学素子における回折効率と溝深さとの関係を説明するための図である。

【図9】図9(A)は、偏光ホログラムを用いた場合の光ピックアップ装置における光学系の概略構成を示す図であり、図9(B)は、図9(A)の受発光モジュール及びホログラムユニットの詳細構成を説明するための図である。

【図10】図9における第1の偏光ホログラムの構成を説明するための図である。

【図11】図11(A)～図11(D)は、それぞれ図9における第1の偏光ホログラムの製造方法を説明するための図(その1)である。

【図12】図12(A)～図12(D)は、それぞれ図9における第1の偏光ホログラムの製造方法を説明するための図(その2)である。

【図13】偏光グレーティング素子を用いた場合の受発光モジュール及びホログラムユニットを説明するための図である。

【図14】図13における第1の偏光グレーティング素

子の構成を説明するための図である。

【図15】図15(A)～図15(D)は、それぞれ図13における第1の偏光グレーティング素子の製造方法を説明するための図(その1)である。

【図16】図16(A)～図16(D)は、それぞれ図13における第1の偏光グレーティング素子の製造方法を説明するための図(その2)である。

【図17】1つの基板の一側の面と他側の面にそれぞれ異なる回折格子を形成したグレーティング素子を説明するための図である。

【図18】受光素子の一部を共通化した受光器を説明するための図である。

【図19】図19(A)～図19(D)はそれぞれ、DVDの記録面に形成される+1次回折光スポットと-1次回折光スポットとを結ぶ直線と、CDの記録面に形成される+1次回折光スポットと-1次回折光スポットとを結ぶ直線とが同一方向となる場合における、受光器での受光位置を説明するための図である。

【図20】図20(A)～図20(D)はそれぞれ、DVDの記録面に形成される+1次回折光スポットとCDの記録面に形成される+1次回折光スポットとを結ぶ直線、及びDVDの記録面に形成される-1次回折光スポットとCDの記録面に形成される-1次回折光スポットとを結ぶ直線とが、トラッキング方向とほぼ一致する場合における、受光器での受光位置を説明するための図である。

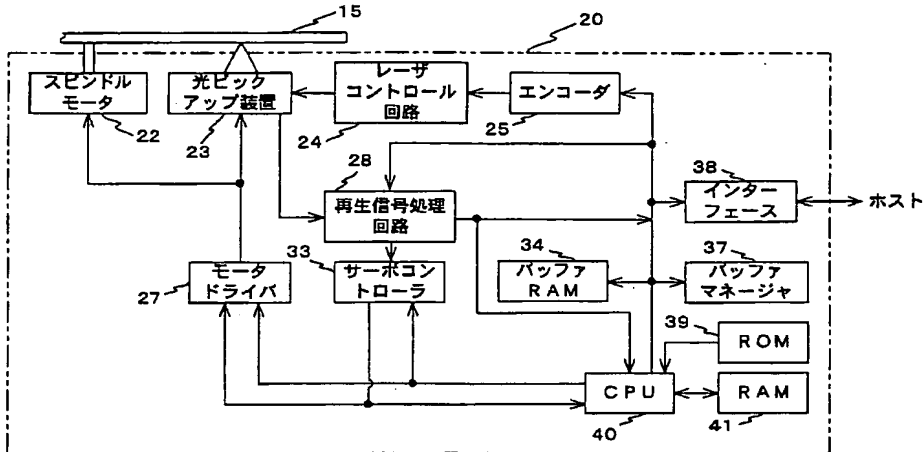
【図21】図21(A)～図21(C)はそれぞれ、ホログラムユニットにおける実装の順番と各素子の面積との関係を説明するための図である。

【図22】半導体レーザと受光器との位置関係を説明するための図である。

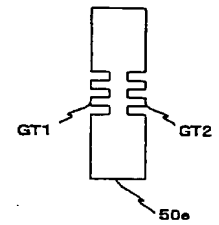
【符号の説明】

15…光ディスク(情報記録媒体)、20…光ディスク装置、23…光ピックアップ装置、40…CPU(処理装置)、50…ホログラムユニット、50a…第1のグレーティング素子(グレーティング素子)、50a'…第1の偏光グレーティング素子(グレーティング素子)、50b…第2のグレーティング素子(グレーティング素子)、50b'…第2の偏光グレーティング素子(グレーティング素子)、50c…第1のホログラム(ホログラム)、50d…第2のホログラム(ホログラム)、50h1…第1の偏光ホログラム(ホログラム)、50h2…第2の偏光ホログラム(ホログラム)、51…受発光モジュール、51a…第1の半導体レーザ(光源)、51b…第2の半導体レーザ(光源)、59…受光器(光検出器)、60…対物レンズ。

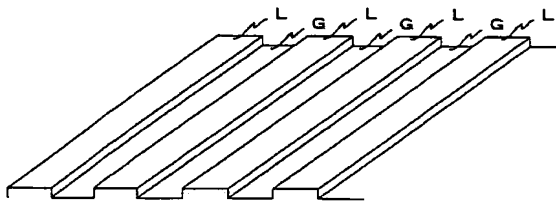
【図1】



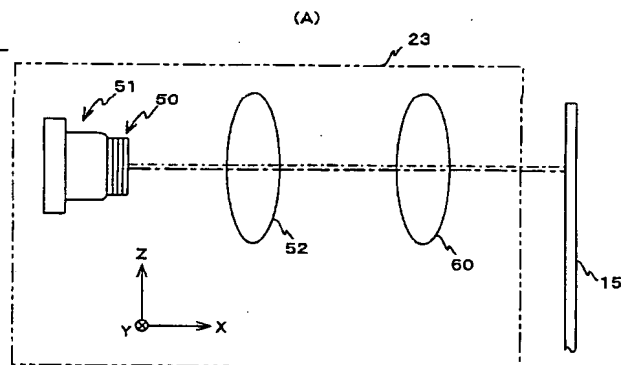
【図17】



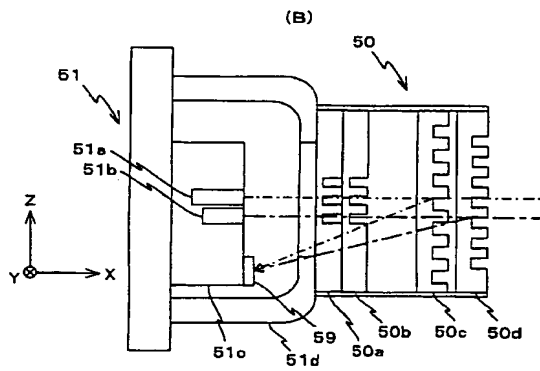
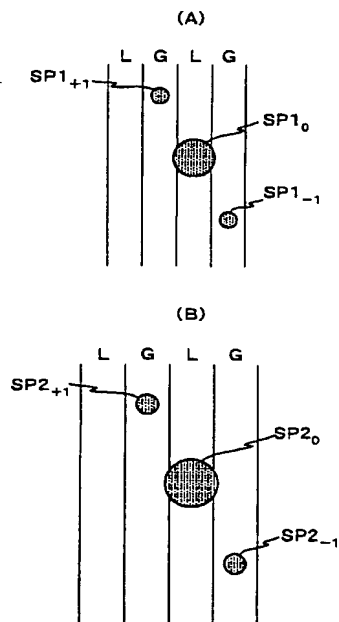
【図2】



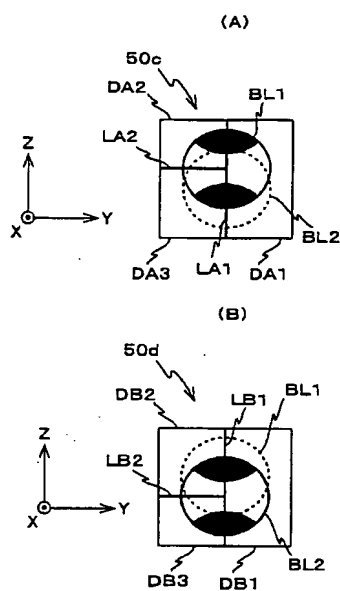
【図3】



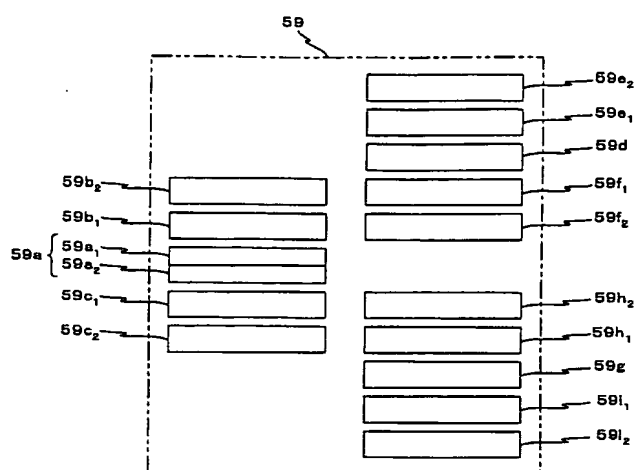
【図4】



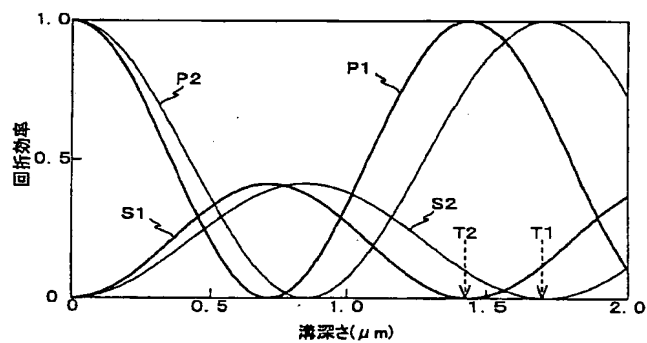
【図 5】



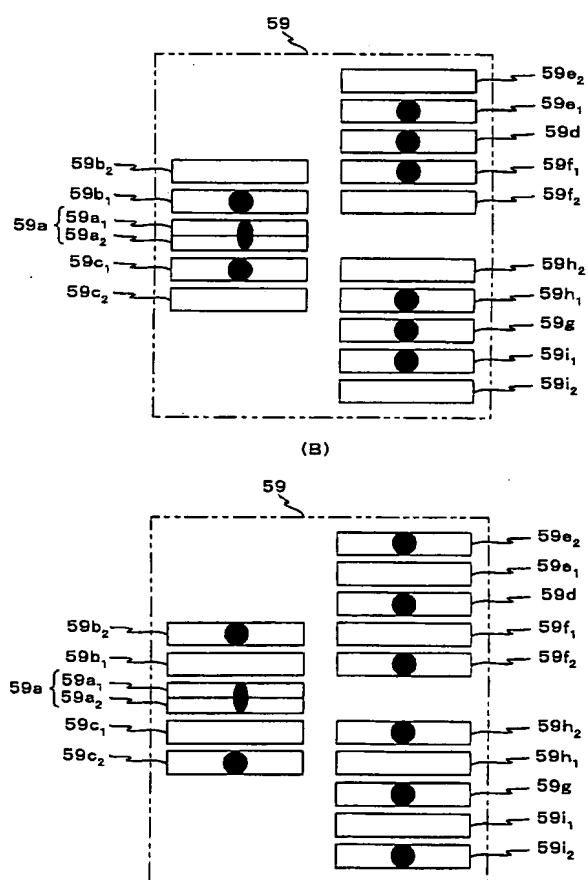
【図 6】



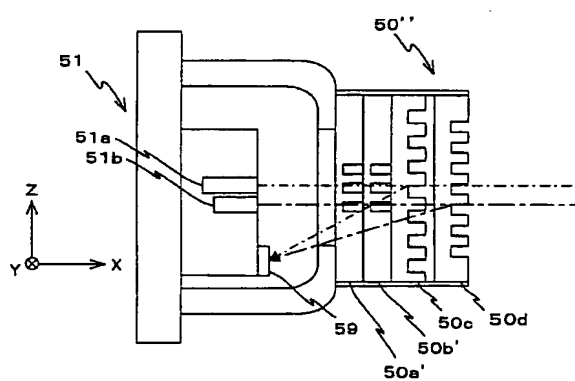
【図 8】



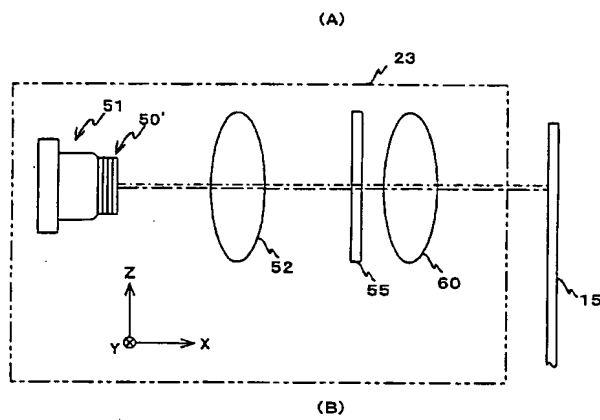
【図 7】



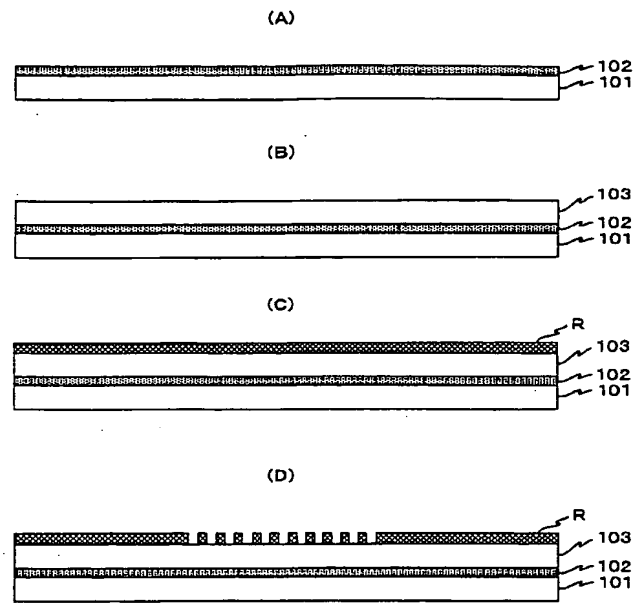
【図 13】



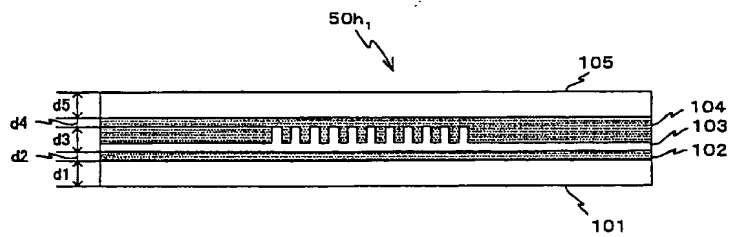
【図 9】



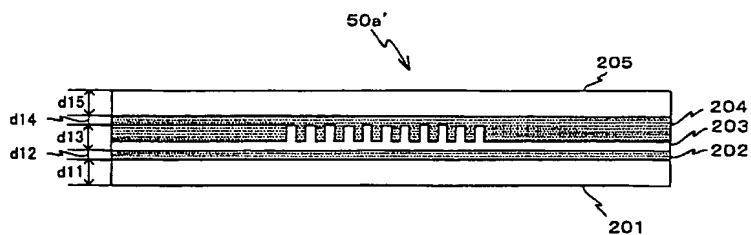
【図 11】



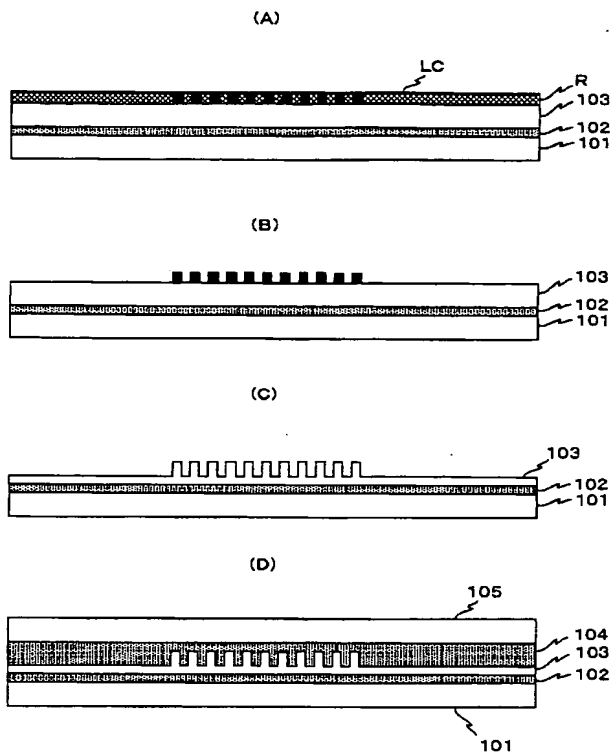
【図 10】



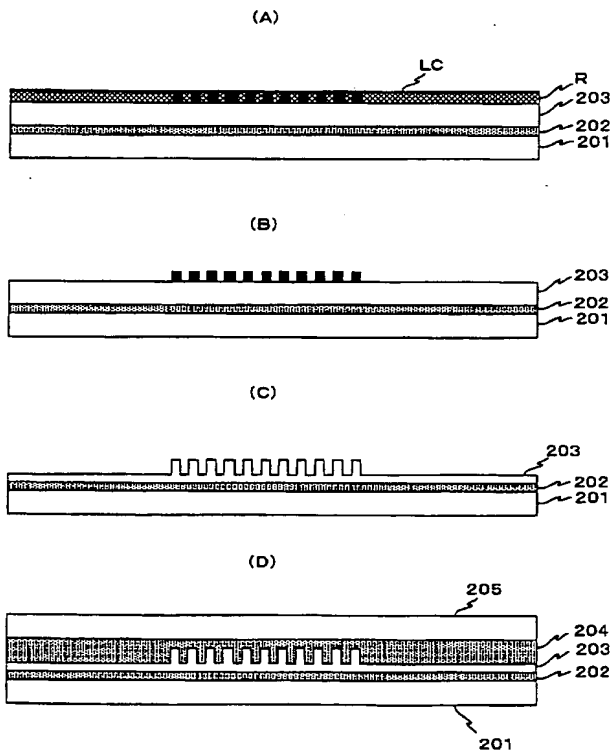
【図 14】



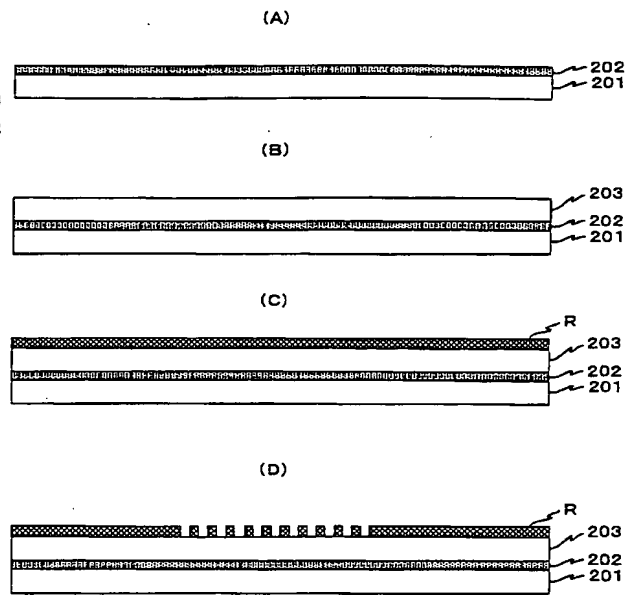
【図 12】



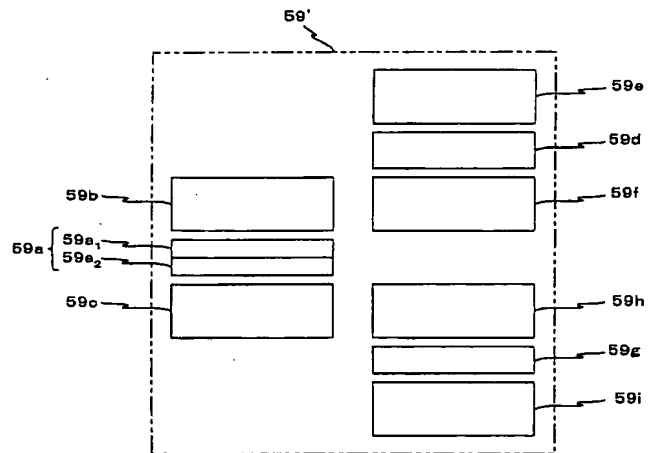
【図 16】



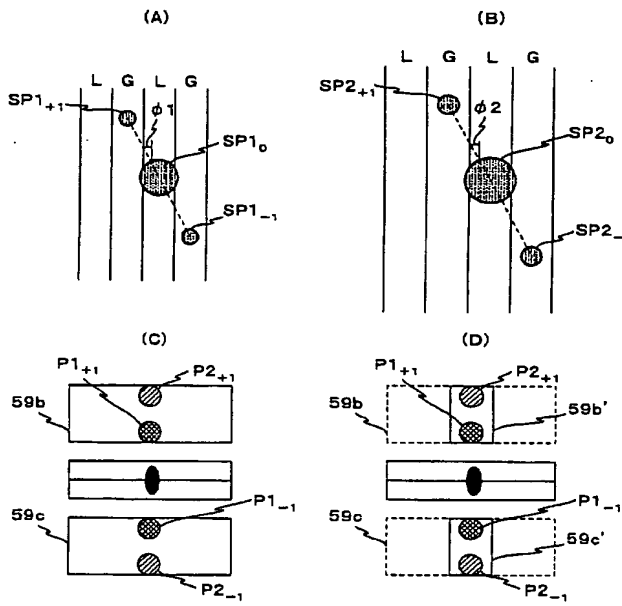
【図 15】



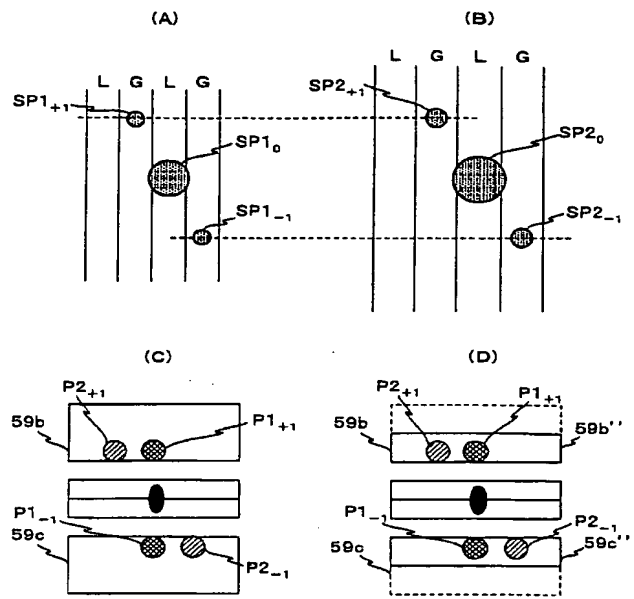
【図 18】



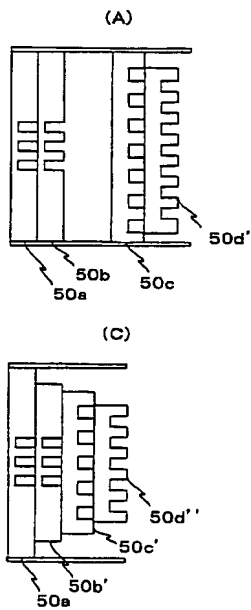
【図 19】



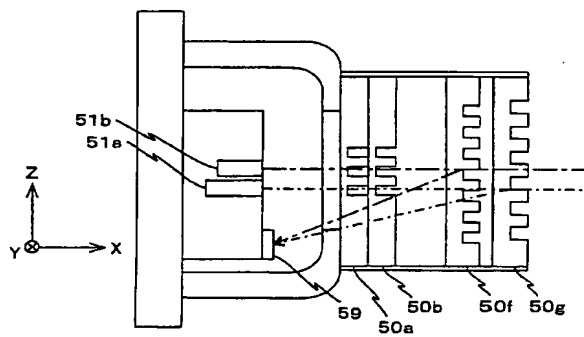
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

G11B 7/22

識別記号

F I

G11B 7/22

ターミナル (参考)

(72) 発明者 大内田 茂
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
会社リコー内

F ターム (参考) 2H049 AA03 AA13 AA57 AA65 BA05
BC03 CA05 CA09 CA15 CA20
5D119 AA01 AA12 AA24 AA29 AA37
AA38 AA40 AA41 AA43 BA01
BB01 BB02 BB04 DA01 DA05
DA14 EA02 EA03 EC35 EC41
EC45 EC47 FA05 FA08 FA28
FA30 JA02 JA12 JA14 JA15
JA22 JA32 JA43 JA64 JB01
JB03 JC03 JC04 KA04 KA16
KA17 KA19 KA43 NA05